# KATA PENGANTAR

*Assalamu’alaikum Wr. Wb.*

 Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT beserta Junjungan-Nya, Nabi Muhammad SAW yang telah melimpahkan karunia kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Peningkatan Kadar Asam Laktat Pada Variasi Kadar Garam dan Lama Fermentasi Pembuatan Pikel Lobak *(Raphanus sativus L*)”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan di Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

 Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Dede Zainal Arief, M.Sc., sebagai Dosen Pembimbing I
2. Ir. Sumartini, MP., sebagai Dosen Pembimbing II
3. Ir. Hj. Ina Siti Nurminabari, MP., sebagai Dosen Penguji Tugas Akhir
4. Dra. Hj. Ella T Sutrisno, M.Sc, sebagai Koordinator Tugas Akhir
5. Teristimewa kepada Orang Tua Rosid (Alm) dan Yayan. S, serta Kakak tercinta Aa Isma, Teh Rani, Teh Dewi, Mas Dwi, Teh Tina, Aa Hendri, Teh Tika, Aa Agus, Aa Enden, Teh Titin, dan adik tercinta Maulidia beserta Keluarga Besar penulis yang selalu mendo’akan serta memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Serta sahabat-sahabat tercinta Alnabila, Annisa, Asri, Devi, Harfiana, Tiara, Yuli yang telah banyak sekali membantu penulis dalam menyelesaikan serta tidak bosan untuk terus mendo’akan dan memotivasi penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Serta seluruh teman-teman penulis Ajeng, Novi, Nty, Feri, Ka Dila, Mba Tuti, Ka novi, Pak Dadang, Pak Nasiran, Ka Wiwit, Ka Gita yang sudah dengan Ikhlas membantu serta mendo’akan penulis selama menyusun Tugas Akhir ini.
8. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

 Akhir kata semoga bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Mudah-mudahan laporan Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya bagi pembaca.

# DAFTAR ISI

**Halaman**

[KATA PENGANTAR i](#_Toc467734950)

[DAFTAR ISI iii](#_Toc467734951)

[DAFTAR TABEL vi](#_Toc467734952)

[DAFTAR GAMBAR viii](#_Toc467734953)

[DAFTAR LAMPIRAN ix](#_Toc467734954)

[INTISARI x](#_Toc467734955)

[*ABSTRACT* xi](#_Toc467734956)

[*ABSTRACT* xii](#_Toc467734957)

[I PENDAHULUAN 1](#_Toc467734958)

[1.1. Latar Belakang Masalah 1](#_Toc467734959)

[1.2. Identifikasi Masalah 6](#_Toc467734960)

[1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian 6](#_Toc467734961)

[1.4. Manfaat Penelitian 6](#_Toc467734962)

[1.5. Kerangka Pemikiran 7](#_Toc467734963)

[1.6. Hipotesis 12](#_Toc467734964)

[1.7. Waktu dan tempat Penelitian 13](#_Toc467734965)

[II TINJAUAN PUSTAKA 14](#_Toc467734966)

[2.1. Lobak 14](#_Toc467734967)

[2.1.1. Taksonomi dan Morfologi Lobak 14](#_Toc467734968)

[2.1.2. Manfaat Lobak 19](#_Toc467734969)

[2.2. Fermentasi 20](#_Toc467734970)

[2.2.1. Pengertian Fermentasi 20](#_Toc467734971)

[2.2.2. Mikrobiologi Fermentasi dan sayur-sayuran 22](#_Toc467734972)

[2.3. Pikel 26](#_Toc467734973)

[2.4. Garam 30](#_Toc467734974)

[2.5. Pengeringan 31](#_Toc467734975)

[2.6. Asam Laktat 32](#_Toc467734976)

[III BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN 34](#_Toc467734977)

[3.1. Bahan dan Alat Penelitian 34](#_Toc467734978)

[3.1.1. Bahan Penelitian 34](#_Toc467734980)

[3.1.2. Alat Penelitian 34](#_Toc467734981)

[3.2. Metode Penelitian 35](#_Toc467734982)

[3.2.1. Penelitian Pendahuluan 35](#_Toc467734983)

[3.2.2. Penelitian Utama 35](#_Toc467734984)

[3.3. Deskripsi Percobaan 37](#_Toc467734986)

[3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan 37](#_Toc467734987)

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama 38](#_Toc467734988)

[IV HASIL DAN PEMBAHASAN 42](#_Toc467734989)

[4.1. Penelitian Pendahuluan 42](#_Toc467734990)

[4.1.1. Analisis Bahan Baku Lobak 42](#_Toc467734991)

[4.1.2. Kadar air 42](#_Toc467734992)

[4.1.3. Kadar Asam Laktat 44](#_Toc467734993)

[4.1.4. Kadar Gula 45](#_Toc467734994)

[4.2. Penelitian Utama 47](#_Toc467734995)

[4.2.1. Kadar asam laktat (%) pikel lobak 47](#_Toc467734996)

[4.2.2. Derajat Keasaman (pH) pikel lobak 56](#_Toc467734997)

[4.2.3. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5%. 57](#_Toc467734998)

[4.2.4. Respon Mikrobiologi 59](#_Toc467734999)

[4.2.5. Respon Kimia 63](#_Toc467735000)

[V KESIMPULAN DAN SARAN 71](#_Toc467735001)

[5.1. Kesimpulan 71](#_Toc467735002)

[5.2. Saran 72](#_Toc467735003)

[DAFTAR PUSTAKA 73](#_Toc467735004)

[LAMPIRAN 76](#_Toc467735005)

# DAFTAR TABEL

|  |  |
| --- | --- |
| **Tabel** | **Halaman** |

[1. Kandungan nutrisi dalam setiap 144 gram lobak 15](#_Toc468798554)

[2.Kandungan Nilai gizi per 100 g (3.5 oz) 16](#_Toc468798555)

[3.Syarat Mutu *Saurkraut* Menurut SNI 01-2600-1992 27](#_Toc468798556)

[4. Kadar asam laktat dan pH pikel lobak 36](#_Toc468798557)

[5. Analisis kadar air, asam laktat dan kadar gula total pada lobak. 42](#_Toc468798558)

[6. Perubahan pada beberapa zat penyusun utama buah dan sayur selama pematangan 46](#_Toc468798559)

[7. Hasil analisis rata-rata kadar air pikel lobak setelah pengeringan. 63](#_Toc468798560)

[8. Hasil analisis rata-rata kadar asam laktat pikel lobak setelah pengeringan. 67](#_Toc468798561)

[9. Hasil Analisis asam laktat dan pH pikel Lobak Ulangan 1,2, dan 3 konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%. 84](#_Toc468798562)

[10. Laju pertumbuhan mikroba dan waktu generasi mikroba pada konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5%. 89](#_Toc468798563)

[11. Hasil analisis total mikroba dengan metode TPC (*Total plate count*) ulangan 1,2, dan 3. 90](#_Toc468798564)

[12.Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat pikel lobak 2,5%. 90](#_Toc468798565)

[13. Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat pikel pikel lobak 5%. 90](#_Toc468798566)

[14. Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat pikel lobak 7,5%. 90](#_Toc468798567)

[15. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-0. 91](#_Toc468798568)

[16. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-6. 92](#_Toc468798569)

[17. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-12. 92](#_Toc468798570)

[18. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-18. 93](#_Toc468798571)

[19. Hasil analisis kadar air dan kadar asam laktat pikel lobak setelah pengeringan pada ulangan 1,2, dan 3. 93](#_Toc468798572)

[20. Hasil analisis rata-rata kadar air pikel lobak setelah pengeringan. 94](#_Toc468798573)

[21. Kebutuhan untuk Analisis Bahan Baku Penelitian Pendahuluan 95](#_Toc468798574)

[22. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama 96](#_Toc468798575)

[23. Kebutuhan Bahan Baku untuk Analisis Respon 96](#_Toc468798576)

[24. Jumlah Anggaran Penelitian 96](#_Toc468798577)

# DAFTAR GAMBAR

|  |  |
| --- | --- |
| **Gambar** | **Halaman** |

[1. Lobak Putih 14](#_Toc472898116)

[2. Diagram Alir Penelitan Pikel Lobak. 41](#_Toc472898117)

[3. Peningkatan Kadar asam laktat (%) selama proses fermentasi. 47](#_Toc472898118)

[4. Laju pertumbuhan Mikroba terhadap kadar asam laktat konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%. 48](#_Toc472898119)

[5. Pembentukan asam piruvat menjadi asam laktat dari jalur glikolisis (EMP) oleh bakteri Homolaktat (S. Fardiaz. 1992). 54](#_Toc472898120)

[6. Pemecahan glukosa oleh bakteri asam laktat hetero-fermentatif (S. Fardiaz. 1992). 55](#_Toc472898121)

[7. Derajat keasaman (pH) pikel lobak terhadap lama fermentasi. 56](#_Toc472898122)

[8. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 2,5%. 57](#_Toc472898123)

[9. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 5% 58](#_Toc472898124)

[10. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 7,5%. 58](#_Toc472898125)

[11.Total pertumbuhan mikroba pada pikel lobak selama proses fermentasi. 60](#_Toc472898126)

[12. Kadar air pikel lobak kering. 63](#_Toc472898127)

[13. Perbandingan asam laktat sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan. 67](#_Toc472898128)

[14. Fishbone pada penelitian pembuatan pikel lobak. 97](#_Toc472898129)

# DAFTAR LAMPIRAN

|  |  |
| --- | --- |
| **Lampiran** | **Halaman** |

[1. Pengujian Kadar air metode gravimetri 76](#_Toc472927580)

[2. Pengujian Kadar Asam Laktat MetodeTitrasi 76](#_Toc472927581)

[3.Analisis Kadar Gula Metode Luff Schoorl (AOAC, 1995) 77](#_Toc472927582)

[4. Analisis Respon pH 78](#_Toc472927583)

[5. Analisis Respon Mikrobiologi Metode cara *TPC (Total Plate Counts).* 79](#_Toc472927584)

[6. Perhitungan rendemen 79](#_Toc472927585)

[7. Perhitungan hasil analisis bahan baku. 80](#_Toc472927586)

[8. Hasil Analisis penelitian utama pikel lobak ulangan 1,2, dan 3. 84](#_Toc472927587)

[9. Hasil analisis respon Mikrobiologi 90](#_Toc472927588)

[10. Hasil rata-rata analisis respon Mikrobiologi, pH, dan Asam laktat. 90](#_Toc472927589)

[11. Hasil analisis respon kimia 93](#_Toc472927590)

[12. Hasil rata-rata analisis Kadar air dan Kadar asam laktat pikel lobak kering 94](#_Toc472927591)

[13. Keperluan Bahan Baku 95](#_Toc472927592)

# INTISARI

Kandungan air pada lobak sangat tinggi, maka lobak tergolong bahan makanan yang mudah rusak. Melihat karakteristik yang ada pada lobak itu tidak berbeda jauh dengan jenis umbi-umbian yang sering diguanakan untuk pembuatan pikel yaitu wortel, maka lobak dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pikel. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kadar asam laktat pada konsentrasi garam dan lama waktu fermentasi pembuatan pikel lobak.

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu melakukan analisis bahan baku terhadap asam laktat, kadar air, dan kadar gula total pada lobak. Penelitian utama dilakukan setelah penelitian pendahuluan yaitu pembuatan pikel lobak dengan metode fermentasi.

Hasil penelitian tahap satu yaitu penelitian pendahuluan didapat bahwa bahan baku lobak mengandung komponen kadar air sebanyak 94,74%, asam laktat 0,072%, dan kadar gula total 1,6%. Untuk hasil analisis dari penelitian tahap dua yaitu penelitian utama diperoleh bahwa lobak yang di fermentasi dengan konsentrasi garam 2,5% menghasilkan asam laktat tertinggi yaitu 0,546% dengan pH 3,19. Konsentrasi garam dapat mempengruhi laju pembentukan asam laktat, tekstur dan warna pikel lobak, semakin tinggi konsentrasi garam maka kadar asam laktat yang dihasilkan semakin rendah, tekstur pikel semakin renyah dan warna pikel kekuningan. Pada penelitian pikel lobak ini hanya mengalami peningkatan kadar asam laktat sampai dengan hari ke-12 dan mulai mengalami penurunan asam laktat mulai hari ke-13 sampai dengan hari ke-18. Jumlah bakteri selama fermentasi mengalami peningkatan sampai hari ke-18 dan total bakteri terbanyak diperoleh pada konsentrasi garam 2,5% yaitu 2,35 x 104.

Kata kunci :Lobak, fermentasi, pikel dan asam laktat

# ABSTRACT

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kadar asam laktat pada konsentrasi garam dan lama waktu fermentasi pembuatan pikel lobak.

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah lobak putih. Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu melakukan analisis bahan baku terhadap asam laktat, kadar air, dan kadar gula total pada lobak. Penelitian utama dilakukan setelah penelitian pendahuluan yaitu pembuatan pikel lobak dengan metode fermentasi.

Hasil penelitian tahap satu yaitu penelitian pendahuluan didapat bahwa bahan baku lobak mengandung komponen kadar air sebanyak 94,74%, asam laktat 0,072%, dan kadar gula total 1,6%. Untuk hasil analisis dari penelitian tahap dua yaitu penelitian utama diperoleh bahwa lobak yang di fermentasi dengan konsentrasi garam 2,5% menghasilkan asam laktat tertinggi yaitu 0,546% dengan pH 3,19. Konsentrasi garam dapat mempengruhi laju pembentukan asam laktat, tekstur dan warna pikel lobak, semakin tinggi konsentrasi garam maka kadar asam laktat yang dihasilkan semakin rendah, tekstur pikel semakin renyah dan warna pikel kekuningan. Pada penelitian pikel lobak ini hanya mengalami peningkatan kadar asam laktat sampai dengan hari ke-12 dan mulai mengalami penurunan asam laktat mulai hari ke-13 sampai dengan hari ke-18. Jumlah bakteri selama fermentasi mengalami peningkatan sampai hari ke-18 dan total bakteri terbanyak diperoleh pada konsentrasi garam 2,5% yaitu 2,35 x 104.

Kata kunci : Lobak, Fermentasi, pikel dan asam laktat

# *ABSTRACT*

 *The purpose of this research was to obtained the enhancement of lactic acid levels on salt concentration and the duration in pikel radish fermentation manufacturing. The material which was used in this research was white radish.*

 *The basic material which was used in this research was white radish. The research method consisted of two phases, those were the preliminary study and the main study. The preminary study was carried out the analysis of basic material toward the lactid acid levels, water content and total sugar content in radish. The main study was done after the priminary study. It was manufactured of pikel radish by using fermentation. After fermentation, it was carried out the analyisis of lactic acid levels by titration method and analyzes the total of bacteria in pikel radish by TPC method.*

*The result of firts phase research, which was the preliminary study, was obtained that the basic radish materials contained water content component amounted to 94,74%, 0,072% lactic acid levels, and 1,6% the total of sugar content. For the result of the second phase research, was obtained that the salt concentration could affect lactic acid rate. It was Where the radish is fermented with 2,5% salt concentration obtaining the highest lactic acid level, that was research 0,546% with 3,19 pH. Salt concentrations affect the rate of lactic acid, color and texture pikel during fermentation, the higher the salt concentration of the levels of lactic acid produced the lower, the more soft pikel texture and color to yellow. In this study showed that the rate of lactic acid only increased lactic acid levels up to the 12th day and began to decrease lactic acid from the 13th day until 18th day. The total of bacteria during fermentation increased until the 18th day and the total bacteria obtained at the highest salt concentration of 2.5% that is 2,35 x 104.*

*Keywords: Radish, fermentation, pickle and the lactic acid.*

# I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan mengenai Latar Belakang Penelitian, Identifikasi Masalah, Maksud dan Tujuan Penelitian, Manfaat dan Kegunaan Penelitian, Kerangka pemikiran, Hipotesis Penelitian, Waktu dan Tempat Penelitian.

## Latar Belakang Masalah

Lobak *(Rhaphanus sativus L.)* merupakan sayuran berumbi yang berasal dari Cina dan Jepang (Santika,2009). Umbi berbentuk bulat panjang dan berwarna putih serta merupakan bagian utama untuk dikonsumsi, hampir seluruh bagian lobak seperti daun dan bunganya dapat dikonsumsi. Lobak memiliki aroma yang kuat, kandungan gula pada lobak yaitu 1,9 g dan mengandung berbagai vitamin yang bermanfaat bagi tubuh manusia yaitu vitamin A, B1, B2, C, E, *beta-carotnene*, serat (fiber), dan minyak omega-3 yang tinggi (Shanty, 2014).

Lobak mengandung enzim yang sangat beragam seperti enzim *diastase*, *amylase*, *mirosinase*, dan *esterases* berguna untuk membunuh jamur yang pertumbuhannya berlebihan. Selain itu lobak kaya akan potassium yang bisa menyembuhkan ginjal, serta kandungan direutiknya yang tinggi sehingga dapat meredakan rasa sakit bagi penderita rematik, (Shanty, (2014)).

Lobak dibedakan atas beberapa jenis, yaitu lobak lokal, daikon, dan radis (*radish*). Dimana lobak lokal memiliki umbi berwarna putih, bulat memanjang, ujungnya meruncing atau tumpul seperti singkong. Panjang umbi sekitar 20 cm dan berat sekitar 0,5 kg. Rasanya segar dan agak pedas. Bila dipanen lebih cepat, ukuran umbinya menjadi lebih pendek, sekitar 5-10 cm. Lobak mini inilah yang di pasaran dikenal sebagai lobak lilin (Karly,2015).

Radis *(radish*) merupakan lobak jenis luar negeri yang sudah mulai diusahakan di Indonesia. Ukurannya cukup mungil, dan warna kulit luarnya bervariasi dari merah, kuning, hitam, atau campuran merah dan putih. Bentuk umbinya bervariasi dari bundar, sedang dan panjang (Karly,2015).

Lobak daikon merupakan lobak hibrida yang berasal dari Jepang yang dewasa ini sudah banyak dibudidayakan di Indonesia. Umbinya besar (panjang dapat mencapai 60 cm, dan berat 2 kg), berbau tidak begitu sengak, rasanya agak manis dan tidak getir. Di Indonesia, daikon biasanya dipanen agak awal, sehingga panjang umbi sekitar 30-40 cm (Karly,2015).

Berdasarkan data statistik Dinas Pertanian Jawa Barat pada tahun 2013 hasil produksi lobak terbesar terletak di provinsi jawa, khususnya daerah jawa barat yaitu dengan luas panen sebesar 1.040 Ha, dan menghasilkan 20,02 ton/tahun. Pada tahun 2008 produksi lobak sebnayak 12.181 ton/tahun, pada tahun 2009 meningkat menjadi 17.347 ton/tahun, dan pada tahun 2010 menjadi 18.027 ton/tahun, sedangkan pada tahun 2012 hasil panen lobak sedikit menurun yaitu menjadi 17.175, dan meningkat kembali pada tahun 2013 menjadi 20.820 ton/tahun. Harga jual lobak terbilang cukup murah yaitu Rp.3.000 - Rp.4.000/kg.

Manfaat lobak mungkin banyak, tetapi perlu diperhatikan bahwa lobak itu tumbuh di dalam tanah yang banyak mengandung bakteri sehingga dapat menyebabkan penyakit pada pencernaan. Bakteri yang terkandung pada lobak yaitu bakteri *Salmonella* atau *E.Coli*. Bakteri *Salmonella* atau *E.Coli* dapat mencemari lobak mentah pada saat pertumbuhannya. Mengkonsumsi lobak dalam keadaan mentah akan menyebabkan mual-mual, sakit perut dan juga demam. Pada kasus lain seperti infeksi toksoplasmosis, bakteri ini dapat menular kepada bayi dan menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang. Terlalu banyak mengkonsumsi lobak secara terus menerus akan menghambat pertumbuhan  *Helicobacter pylori*, bakteri yang menyebabkan keruaskan pada lambung (maag) (Sekar, 2011).

Kandungan air pada lobak sangat tinggi, maka lobak tergolong bahan makanan yang mudah rusak. Kandungan air lobak, yaitu berkisar 85-95%, sehingga baik untuk pertumbuhan mikroorganisme dan mempercepat proses metabolisme (Moehamed dan Husein 1994 dalam Asgar, A. dan D. Musaddad, 2008).

Hampir semua jenis sayuran dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pikel. Karena hampir semua bahan pangan jenis sayuran memiliki kandungan gula. Selain sayuran yang biasa di jadikan bahan baku pembuatan pikel adalah jenis umbi-umbian dan buah seperti wortel, ubi jalar, ubi ungu, buah pepaya, buah mangga, dan bengkoang sering dijadikan bahan baku pembuatan pikel.

Melihat karakteristik yang ada pada lobak itu tidak berbeda jauh dengan jenis umbi-umbian yang sering diguanakan untuk pembuatan pikel yaitu wortel, maka lobak dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pikel. Pada pembuatan pikel kali ini jenis lobak yang digunakan adalah jenis lobak putih (lobak lokal).

Pikel adalah hasil pengolahan buah atau sayuran dengan menggunakan garam dan diawetkan dengan asam, atau dengan penambahan gula dan rempah-rempah sebagai bumbu (Vaughn, 1982 dalam Yulianan dan Nurdjanah ,2009).

Pikel dibuat dengan fermentasi asam laktat, selain itu cara membuatnya yang mudah. Fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi adalah karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri (Fardiaz,1992).

Fermentasi dibedakan menjadi dua yaitu, fermentasi aerob dan anaerob. Selama proses fermentasi berlangsung, gula dalam bentuk glukosa dirombak menjadi etanol dan berbagai substrat lainnya seperti gliserol dan asam laktat yang disebut sebagai produk fermentasi. Bakteri yang berperan dalam proses fermentasi mampu merombak atau mengubah senyawa-senyawa yang terkandung dalam bahan pangan termasuk senyawa yang dianggap merugikan. Selain itu dengan proses fermentasi garam, dapat menghasilkan senyawa-senyawa tertentu yang bermanfaat seperti beberapa senyawa aktif yang dihasilkan dari proses fermentasi yaitu asam laktat, asam asetat, alkohol, aldehid dan gas.

Lama fermentasi sangat berpengaruh terhadap total asam dan pH pada hasil akhir pembuatan pikel, semakin lama waktu fermentasi maka konsentrasi asam laktat meningkat terutama asam laktat sehingga pH turun (Wulan , 2004 dalam Yulianan dan Nurdjanah ,2009).

Bahan pangan yang dikeringkan umummnya mempunyai nilai gizi yang rendah dibandingkan dengan bahan pangan segarnya. Selama pengeringan juga dapat terjadi perubahan warna, tekstur, aroma dan lainnya, meskipun perubahan tersebut dapat dibatasi seminimal mungkin dengan cara memberikan perlakuan pendahuluan terhadap bahan pangan (Muchtadi. T, dan Ayustaningwaro. F, 2010).

Keuntungan pengeringan adalah bahan pangan menjadi lebih tahan lama disimpan dan volume bahan menjadi lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang penyimpanan dan pengepakan. Kadar air sayuran yang telah dikeringkan hingga mencapai aw = 0,70 yaitu sebesar 14-20%(Muchtadi. T, dan Ayustaningwaro. F, 2010).

Mengkonsumsi pikel atau produk hasil fermentasi asam laktat lainnya memiliki banyak manfaat bagi tubuh yaitu untuk memperlancar proses pencernaan dalam tubuh karena dalam pikel sangat banyak mengandung bakteri probiotik (bakteri baik) seperti *Lactobacillus plantarum* yang bisa mengusir gas dalam perut dan ketidaknyamanan yang terkait dengan gangguan (pencernaan) seperti buang air besar (BAB). Selain itu pikel juga dapat mengurangi penumpukan lemak, mengurangi resiko tekanan darah tinggi, membantu mengurangi diare akibat infeksi tertentu, membantu meringankan sembelit, dan membantu meningkatkan kekebalan tubuh secara keseluhan (Anonim, 2012).

Berdasarkan  hal tersebut,  maka perlu dilakukan pengolahan lobak menjadi suatu produk makanan, khususnya umbi lobak dijadikan suatu produk fermentasi seperti produk pikel lobak. Dengan pengolahan umbi lobak menjadi pikel lobak yang difermentasi akan menghasilkan bakteri baik, yang apabila dikonsumsi akan menekan pertumbukan mikroba jahat di dalam pencernaan. Pada saat dilakukan proses fermentasi, akan menghasilkan asam *latic* yang berfungsi menurunkan tekanan darah dan meningkatkan sirkulasi dalam darah. Seta kandungan vitamin C, dan serat yang tinggi dapat melancarkan pencernaan dan memerangi kangker. Selain itu kandungan pottasium, kalsium, magnesium, dan zat besi di dalamnya akan bertambah dan dapat memenuhi kebutuhan tubuh kita akan kandungan tersebut.

## Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian diatas didapat masalah-masalah yang dapat diidentifikasi yaitu, bagaimana pengaruh konsentrasi garam dan lama fermentasi terhadap laju kadar asam laktat dan karakteristik pikel lobak kering ?

## Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penyusunan proposal ini adalah untuk membuat suatu perencanaan mengenai peneliatian dalam memanfaatkan lobak menjadi produk pikel.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi garam dan lama fermentasi yang tepat dalam proses pembuatan pikel.

## Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan untuk peneliti.
2. Menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai pemanfaatan lobak sebagai pikel.
3. Meningkatkan produktifitas lobak.
4. Meningkatkan penganekaragaman produk olahan atau diversifikasi produk pangan yang berasal dari lobak.
5. Meningkatkan nilai jual lobak.

## Kerangka Pemikiran

Kriteria yang diharapkan dari pembuatan pikel lobak adalah warna pikel yang putih kekuningan, rasanya yang asin dan sedikit asam, teksturnya sedikit alot, aroma khas pikel*,* konsentrasi garam yang diguanakan sekitar 5-8%, kandungan asam laktatnya minimal 0,8 %, memiliki pH akhir 4, mengandung cemaran logam seperti Pb maks. 10,0 mg/kg, Cu Maks. 30,0 mg/kg, Zn maks. 40,0 mg/kg, As maks. 250 mg/kg, Sn maks.2.0 mg/kg, cemaran mikroba maks 1,0 x 103 cfu/g (Anonim,2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil akhir pikel adalah konsentrasi garam yang cukup, distribusi garam merata, terciptanya keadaan yang mikroaerofilik, suhu yang sesuai dan tersedianya bakteri asam laktat (Buckle *et al.,* 1985 dalam Nataliningsih, 2009). Selain itu mutu hasil fermentasi pikel adalah jenis sayuran yang digunakan, mikroba yang bekerja, konsentrasi garam, suhu dan waktu fermentasi, komposisi substrat, pH, dan jumlah oksigen.

Lobak memiliki kandungan gula sebesar 1,86 g. Pada pembuatan pikel kandungan gula yang terdapat pada sayuran atau buah tersebut adalah zat yang sangat penting karena gula merupakan sumber energi bagi mikroba. Dimana gula dalam bahan pangan yang berbentuk glukosa akan dirubah menjadi asam laktat, kandungan gula yang rendah mengakibatkan proses fermentasi berjalan lambat (Anonim,2015).

Fermentasi adalah perubahan atau pemecahan yang terjadi pada bahan organik dengan bantuan mikroorganisme yang sesuai, yang kontak langsung dengan substrat atau bahan pangan. Proses fermentasi ini akan mengakibatkan perubahan kimia maupun fisik pada bahan pangan. Perubahan kimia yang terjadi adalah merubah gula menjadi asam laktat, sedang perubahan fisik yang terjadi adalah bahan pangan menjadi lebih mudah dicerna. Bakteri asam laktat yang aktif dalam fermentasi karbohidrat adalah *Leuconostoc mesenteroides, Pediococcus cereviceae, Laktobacillus plantarum* dan *Laktobacillus brevis* (Dahlan dan Handono, 2005 dalam Yuniarti, 1986).

Fermentasi asam laktat adalah fermentasi bahan makanan yang dilakukan oleh mikroorganisme seperti bakteri, bakteri melakukan fermentasi dengan memberikan hasil yang dikehendaki yaitu menghasilkan asam laktat, asam propionat, dan asam asetat. Konsentrasi garam yang kurang tidak akan melunakan jaringan dan menghasilkan flavor yang tidak baik, sedangkan konsentrasi garam yang berlebihan akan menghambat fermentasi dan menyebabkan terjadinya pembusukan (Dr.Ir. Leni H.A., M.S., 2008 : 273-278)

Dalam fermentasi asam laktat, glukosa dioksidasi menjadi asam piruvat yang selanjutnya diubah kembali menjadi asam laktat melalui proses oksidasi reduksi. Dalam hal ini digunakan DPNH + H+ sebagai donor elektron (Fardiaz, 1992).

Fermentasi asam laktat terjadi pada keadaan anaerob, kondisi anaerob dicapai dengan cara menutup bagian mulut wadah dengan rapat. Oksigen yang terdapat pada ruangan yang tersisa akan segera habis oleh proses respirasi sel dengan bantuan bakteri (Frazier dan Westhoff, 1981 dalam Yuniarti, 1986).

Fermentasi yang digunakan pada pembuatan pikel lobak yaitu, fermentasi spontan dengan kondisi anaerob, fermentasi spontan adalah fermentasi bahan pangan dimana dalam pembuatannya tidak ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, tetapi mikroorganisme yang berperan aktif dalam proses fermentasi berkembang baik secara spontan karena lingkungan hidupnya dibuat sesuai untuk pertumbuhannya, dimana aktivitas dan pertumbuhan bakteri asam laktat dirangsang karena adanya garam.

Fungsi garam dalam proses fermentasi berperan dalam menghambat aktivitas bakteri pembusuk dan sebagian besar enzim proteolitik. Hasil fermentasi dapat berupa senyawa kimia, seperti asam laktat yang berfungsi dalam proses biokimia dalam tubuh manusia, aseton sebagai zat pelarut, hidrogen dan etanol yang dapat melarutkan senyawa kimia pada makanan (Pato, 2003 dalam Astuti, 2012).

Garam memegang peranan penting dalam fermentasi pikel. Garam menarik keluarnya air dari buah yang mengandung padatan terlarut seperti protein, karbohidrat, mineral, dan vitamin. Garam menghambat bakteri proteolitik, dan menstimulir tumbuhnya bakteri asam laktat. Jumlah dan jenis bakteri yang tumbuh tergantung dari konsentrasi garam (Jacob, 1951 dalam Yuniarti, 1986).

Penambahan garam dalam fermentasi bertujuan untuk menekan pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan dan untuk merangsang pertumbuhan bakteri asam laktat (Jacob, 1951 dalam Yuniarti, 1986). Kadar garam dalam larutan harus selalu kontrol untuk menghindari tingkat produksi asam yang tidak diinginkan. Konsentrasi garam yang terlalu tinggi akan menurunkan produksi asam. Konsentrasi garam menyebabkan bakteri asam laktat kurang dapat mengkonversi gula dan menyebabkan pertumbuhan khamir (Etchells et al., 1975 dalam Yuniarti, 1986).

Berdasarkan hasil penelitian (V. K., Joshi dan S., Sharma.2008) pada fermentasi asam laktat dari lobak menyebutkan bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi yang tepat untuk menghasilkan pikel lobak yang memiliki konsentrasi asam laktat tertitrasi sebanyak 0,6% adalah pada konsentrasi 2,5 % dengan suhu fermentasi 26oC dengan lama waktu fermentasi terbaik selama 16-18 hari.

Konsentrasi garam yang paling baik untuk pembuatan pikel sawi adalah 3%.sawi asin atau pikel sawi dengan konsentrasi garam 3% memiliki pH yang lebih rendah dibanding pH pikel sawi dengan konsentrasi garam 5%. Konentrasi garam 3% menghasilkan produk pikel sawi yang memiliki rasa asin sedikit asam, warna hijau muda, aroma khas pikel sawi, dan tekstur renyah ( Nur Fatonah Sadek, dkk,. 2009).

Berdasarkan (Hudayana dan Drajat dalam Neti Yuliana dan siti Nurjanah, 2009) konsentrasi garam kurang dari 5 %, maka bakteri proteolitik dapat tumbuh dan menyebabkan peruraian protein yang ditandai adanya aroma busuk. Sedangkan bila konsentrasi garam lebih dari 15 % maka dapat menghambatkan pertumbuhan bakteri asam laktat dan membiarkan bakteri halofilik tumbuh sehingga proses fermentasi menjadi gagal.

Berdasarkan hasil penelitian (Neti Yuliana dan Siti Nurdjanah, 2009) menyatakan bahwa konsentrasi garam berpengaruh terhadap rasa pikel. Pada konentrasi garam 5% dan 6% rasa pikel asin, sedangkan konsentrasi garam 1% memiliki rasa manis.

Berdasarkan hasil penelitian (Neti Yuliana dan Siti Nurdjanah, 2009) menyatakan bahwa konsentrasi garam juga berpengaruh terhadap karakteristik pikel ubi jalar yaitu dalam hal warna. Pada konsentrasi garam yang cukup tinggi warna pikel lebih menarik dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Pada hasil penelitian ini konentrasi garam 5% dan 6% adalah konsentrasi garam yang terbaik karena warna cairan dan ubinya lebih menarik.

Berdasarkan pada hasil penelitian pembuatan pikel sawi (Nur Fathonah.S., 2009) konsentrasi garam berpengaruh terhadap pH semakin rendah konsentrasi garam maka pH semakin rendah. Dan konsentrasi terbaik diperoleh pada konsentrasi 3% jika dibandingkan dengan konsentrasi garam 5% pH tinggi dan hampir mendekati netral. Dengan konsentrasi 3% pertumbuhan bakteri asam laktat paling optimal. Akibatnya asam laktat yang dihasilkan semakin banyak sehingga semakin menurunkan Ph.

Berdasarkan penelitian (Sesil Indera Kurnia, 1992), menyatakan bahwa lama fermentasi sangat mempengaruhi tekstur dari pikel jahe. Semakin lama fermentasi , pikel semakin lunak. Pada penelitian ini menyebutkan bahwa lama fermentasi terbaik pada pembuatan pikel jahe yaitu selama 16 hari, dengan tekstur pikel jahe yang keras mendekati renyah. Sedangkan fermentasi selama 20-24 hari mengahsilkan tekstur pikel yang lunak.

Lama fermentasi menunjukan bahwa semakin lama fermentasi total asam tertitrasi makin meningkat. Ini disebabkan makin lama fermentasi makin banyak bakteri yang terbentuk sehingga meningkatkan jumlah asam yang dibentuk. Total asam tertinggi diperoleh pada pada lama fermentasi 24 hari, yaitu 0.32% (Sesil Indera Kurnia, 1992).

Menurut Steinkraus (1983) *L. Plantarum* dapat memproduksi asam laktat 3-4 kali lebih banyak dari pada *Leuconostoc sp.Lactobacillus Plantarum* merupakan bakteri yang paling banyak menghasilkan asam dibandingkan dengan bakteri asam laktat lain (Ayres et. al., 1980 dalam Sesil Indera Kurnia, 1992). *Lactobacillus Plantarum* dapat tahan terhadap total asam laktat 1,5% - 2% (Kozup dan Sistrunk, 1982 dalam Sesil Indera Kurnia, 1992).

Penelitian (Astuti, 2006 ) menyatakan bahwa Lama waktu fermentasi terbaik pada pembuatan pikel buncis adalah selama 15 hari dengan konsentrasi garam terbaik adalah 15%, dimana total bakteri asam laktat tertinggi yaitu 31.103 koloni/g.

## Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat ditarik hipotesis dalam penelitian ini yaitu, diduga bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi berpengaruh terhadap laju kadar asam laktat dan karakteristik pada pikel lobak kering.

## Waktu dan tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Jl. Dr. Setiabudi No.193 Bandung. Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama yang akan dilaksanakan pada bulan Agustus 2016 sampai dengan selesai.

# II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menguraikan mengenai Taksonomi dan Morfologi Lobak (*Rhapanus Sativus L*), Fermentasi, Definisi Pikel, Garam, Pengeringan, dan Asam Laktat.

## Lobak

### 2.1.1. Taksonomi dan Morfologi Lobak

 Kedudukan tanaman lobak dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Sub-divisi : Angiospermae (biji tertutup)

Kelas : Dicotyledonae (biji berkeping dua)

Famili : Brassicaceae (cruciferae)

Spesies : *Raphanus satuvus L*

Gambar 1. Lobak Putih

(Sumber :Wikipedia.com)

 Kerabat dekat tanaman lobak yang termasuk suku kubis-kubisan (*Cruciferae* atau *Brassicaceae*) jumlahnya cukup banyak antara lain: kubis-krop, kubis bunga, brocoli, petsai, sawi, dan mustard. Sedangkan spesies lain dari *Rhapanus sativus L.* Yang sudah umum dibudidayakan adalah Rades (R. Sativus L.var radicula Pres.A.DC). Di samping itu, masih ada sayuran umbi sejenis lobak, yaitu turnip (*Brassica rapa* atau *B. Campestris rapifera grup*). Tanaman ini berasal dari rusia dan asia tropis yang bentuk umbinya bulat sampai semi bundar mirip umbi rades.

Lobak termasuk tanaman semusim atau setahun (anual) yang berbentuk perdu. Susunan tubuh tanaman lobak pada dasarnya terdiri atas : akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji.

 Peranakan tanaman lobak dibedakan atas tiga macam, yaitu akar lembaga, akar tunggang, dan akar cabang atau akar rambut, akar lembaga (radicula) terbentuk pada stadium biji berkecambah, kemudian berkembang membesar dan memanjang menjadi akar tunggang (radix primaria). Setelah itu akan beralih wujud serta fungsinya untuk area menyimpan makanan cadangan atau dimaksud “umbi” yang sekalian tempat melekatnya akar-akar rambut.

 Wujud umbi lobak biasanya bulat panjang, warna kulit serta daging umbi putih bersih, tetapi sesudah diketahui macam varietas lobak hibrida banyak alami perubahan-perubahan ukuran ubi ataupun warna kulit serta daging umbi lobak hibrida benar-benar bermacam.

Tabel 1. Kandungan nutrisi dalam setiap 144 gram lobak

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nutrien** | **% Daily Value** | **Food Rating** |
| Vitamin K | 661.7 | Excellent |
| Vitamin A | 219.6 | Excellent |
| Vitamin C | 65.8 | Excellent |
| Folate | 42.5 | Excellent |
| Mangan | 24.5 | Excellent |
| Fiber | 20.2 | Excellent |
| Kalsium | 19.7 | Excellent |
| Vitamin E | 13.6 | Excellent |
| Vitamin B | 13 | Excellent |

Sumber : USDA Nutrient database, 2014.

Tabel 2.****Kandungan**** Nilai gizi per 100 g (3.5 oz)

|  |  |
| --- | --- |
| **Zat Gizi** | **Nilai Zat Gizi** |
| Energi Karbohidrat Gula Diet serat Lemak Protein Thiamine Riboflavin (Vit. B2) Niacin (Vit. B3) Asam pantotenat (B5) Vitamin B6Folat (Vit. B9) Vitamin C Kalsium Besi MagnesiumFosfor Kalium Seng | 66 kJ (16 kcal)3,40 g1,86 g1,6 g0,10 g0,68 g0,012 mg0,039 mg0,254 mg0,165 mg0,071 mg25 mg14,8 mg25 mg0,34 mg10 mg20 mg233 mg0,28 mg |

Sumber: USDA Nutrient database, 2014.

Umbi lobak umumnya berwarna putih, berasa segar dan agak pedas. Umbi lobak sering digunakan sebagai penawar rasa terhadap makanan hewani yang mengandung lemak tinggi, sehingga menjadi berasa lebih enak dan memiliki komposisi gizi yang lebih baik. Umbi lobak berkhasiat untuk memperbaiki kerja ginjal, sehingga dapat memperlancar pembuangan air seni. Umbi lobak juga dapat menghilangkan lendir di kerongkongan, sehingga disarankan dikonsumsi oleh orang yang sedang demam atau batuk. Lobak dapat dimakan mentah sebagai lalap, atau dimasak sebagai sup atau soto.

Kandungan utama umbi lobak adalah air, mencapai 94,1 persen dari total bobotnya. Tingginya kadar air tersebut menyebabkan umbi lobak sangat mudah menjadi keriput dan busuk selama penyimpanan. Karena itu, umbi lobak harus dikemas dengan plastik dan disimpan di lemari pendingin agar daya simpannya meningkat. Tidak seperti jenis umbi lain, umbi lobak memiliki kadar karbohidrat yang rendah, yaitu 4,2 g per 100 g. Rendahnya kadar karbohidrat tersebut menyebabkan rendahnya kadar energi per 100 umbi lobak, yaitu hanya 19 kkal per 100 gram. Selain itu, umbi lobak juga rendah kandungan lemak dan protein. Kondisi tersebut sangat memungkinkan penggunaan umbi lobak sebagai sayuran yang baik untuk dikonsumsi para pelaku diet.

Selain zat-zat gizi dan non-gizi yang penting bagi kesehatan tubuh, lobak juga mengandung komponen yang dapat merugikan kesehatan tubuh, khususnya jika dikonsumsi dalam jumlah yang berlebih dalam kurun waktu panjang. Komponen tersebut adalah goitrogen atau senyawa antitiroid. Senyawa goitrogen dapat menghambat fungsi kelenjar tiroid. Kelenjar tiroid adalah kelenjar yang terletak di leher.

Kelenjar tiroid berfungsi untuk menghasilkan hormon tiroksin dan triodotironin yang berperan dalam metabolisme dan pertumbuhan tubuh. Selain itu, kelenjar ini juga berperan dalam menghasilkan hormon kalsitonin, yang menjaga keseimbangan kadar kalsium dalam tubuh. Sistem kerja senyawa antitiroid adalah sebagai berikut. Mula-mula senyawa antitiroid akan meningkatkan kadar tiosianat dalam darah. Tiosianat dapat menghambat penyerapan mineral iodium oleh kelenjar tiroid. Iodium adalah komponen penting yang dapat memperlancar fungsi hormon tiroksin dan kelenjar tiroid.

Kandungan iodium dalam tubuh yang menurun tersebut dapat menyebabkan terjadinya pembengkakan kelenjar tiroid. Pembengkakan kelenjar tiroid tersebutlah yang dalam kehidupan sehari-hari dikenal sebagai gondok. Daun Lobak Kaya Kalsium, Vitamin A dan C. Tidak hanya umbi, bagian daun lobak pun dapat digunakan sebagai sayuran. Daun lobak dapat dikonsumsi sebagai lalap (mentah maupun setengah matang), atau diolah menjadi berbagai jenis masakan.

Kadar kalsium per 100 gram lobak adalah 140 mg. Kalsium merupakan salah satu mineral makro yang penting bagi tubuh. Kalsium diperlukan untuk pertumbuhan dan pembentukan tulang dan gigi, transmisi impuls saraf, serta kontraksi otot. Mineral lain yang terkandung pada daun lobak adalah fosfor dan besi, masing-masing 33 mg dan 3,7 mg per 100 gram bahan.

Kadar vitamin A per 100 gram daun lobak adalah 150 RE.Vitamin A merupakan salah satu vitamin larut lemak yang penting bagi tubuh. Peran vitamin A antara lain untuk kesehatan mata (membantu fungsi penglihatan) dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Vitamin A juga berperan penting dalam sintesis protein, sehingga dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tubuh.

Selain vitamin A, daun lobak juga kaya akan vitamin C. Kadar vitamin C per 100 gram daun lobak adalah 109 mg. Fungsi vitamin C banyak berkaitan dengan pembentukan kolagen. Kolagen merupakan senyawa protein yang mempengaruhi integritas struktur sel di semua jaringan ikat, seperti pada tulang rawan, matriks tulang, dentin gigi, membran kapiler, kulit, dan tendon (urat otot).Dengan demikian, vitamin C berperan dalam penyembuhan luka, patah tulang, serta perdarahan di bawah kulit dan gusi.

### 2.1.2. Manfaat Lobak

1. Menyembuhkan batu ginjal

Konsumsi lobak dengan cara rutin sanggup jadi alternative pengobatan buat menghilangkan penyakit batu ginjal. Kandungan gizi yang baik untuk batu ginjal, lobak putih ini amat sangat tinggi kandungan potassium yang berkhasiat buat mengurangi keluarnya kalsium di dalam urin yg bakal menempa batu ginjal.

1. Menyembuhkan Liver

Sekian Banyak penelitian menunjukan bahwa lobak putih menolong penyembuhan masalah yang berjalan kepada liver.Lobak putih bisa menolong menjaga kenormalan fungsi dari liver. Kandungan di dalam lobak putih akan mendetoksifikasi liver pun berguna mengatur empedu & bilirubin. Lobak putih dapat menopang pelepasan enzim – enzim yg nantinya dapat mempermudah mencegah liver dari serangan infeksi yang bisa saja berlangsung pula menunjang mengobati luka maupun bengkak yg terdapat terhadap liver.

1. Lobak Putih Mengobati penyakit kuning

Bagi yg menderita penyakit kuning, lobak putih sanggup bekhasiat buat mengobati penyakit kuning. Kandungan dekameter lobak putih bakal melenyapkan produksi bilirubin yang berlebihan. Penyakit kuning yang dapat menyerang produksi sel-sel darah merah dalam badan dan lobak putih mampu memperbaiki ketidak normalan ini bersama oksigen yang diboyong oleh zat – zat yang terdapat di dalam lobak putih. Tidak Hanya umbinya, daun lobak juga berkhasiat untuk penyembuhan penyakit kuning ini.

1. Menunjang pengobatan Kanker

Lobak putih nyatanya pula sanggup menolong pengobatan terhadap penyakit kanker. Vitamin C, asam folic, dan anthocyanins dapat mendetoksifikasi radikal – radikal bebas dan meringankan efektifitas beraneka ragam treatment dalam upaya penyembuhan kanker. Kanker – kanker seperti kanker usus, kanker perut & kanker ginjal sanggup bisa diredakan bersama mengkonsumsi jus lobak putih.

1. Menolong Menurunkan berat tubuh

Memakan lobak menciptakan kita langsung kenyang dan ini dapat menciptakan kita mengurangi jumlah asupan makanan yang masuk. Maka dengan cara tak segera bakal meringankan kita mengontrol berat tubuh. Lobak bakal mengurangi rasa lapar tetapi tidak dengan memberikan kamu asupan kalori yang berlebihan. Kandungan karbohidratnya yang lemah dan kandungan airnya yang cukup banyak

## 2.2. Fermentasi

### Pengertian Fermentasi

Fermentasi adalah salah satu metode pengawetan yang digunakan sebelum metode pengawetan lainnya muncul seperti pengeringan, penggunaan suhu rendah dan tinggi, penggunaan bahan tambahan pangan (BTM) dan radiasi pada makanan. Fermentasi merupakan proses terjadinya pemecahan zat-zat organik secara aerob atau anaerob, peruraian dapat terjadi dari kompleks menjadi sederhana atau sebaliknya dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi.

Untuk metabolismenya mikroorganisme membutuhkan zat-zat organik yang merupakan sumber energi berupa karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat-zat gizi yang terdapat dalam bahan pangan. Dalam proses fermentasi tampaknya mikroorganisme pertama kali akan menyerang karbohidrat, kemudian protein, dan lemak. Bahkan terjadi tingkatan penyerangan terhadap karbohidrat yaitu terhadap gula, kemudian alkohol, dan selanjutnya terhadap asam.

Awalnya fermentasi merupakan suatu reaksi oksidasi-reduksi dimana zat yang dioksidasi (pemberi elektron) maupun zat yang direduksi (penerima elektron) adalah zat organik dengan melibatkan mikroorganisme (bakteri, kapang, dan ragi). Zat organik yang digunakan umumnya glukosa yang dipecah menjadi aldehida, alkohol, atau asam. Jadi fermentasi merupakan suatu proses perombakan yang selalu dihubungkan dengan karbohidrat, padahal pengertian tersebut lebih luas lagi, menyangkut juga perombakan protein dan lemak oleh aktivitas mikroorganisme.

Beberapa istilah fermentasi adalah sebagai berikut :

1. Proses yang menggunakan suatu senyawa (substrat) menjadi senyawa lain (produk) oleh adanya aktivitas mikroorganisme.
2. Suatu proses yang dapat menghasilkan energi yang melibatkan molekul-molekul organik baik sebgai donor ataupun aseptor electron.
3. Merupakan proses yang melibatkan kultur mikroorganisme yang bersifat aerob atau anaerob.
4. Suatu proses pembusukan makanan.
5. Dalam kondisi yang optimum suatu mikroorganisme dapat menghasilkan produk berupa metabolit, enzim, dan produk lain seperti biomasa.

Hampir semua jenis sayur-sayuran, termasuk sayuran buah seperti, ketimun, tomat, dan zaitun dapat difermentasi oleh bakteri asam laktat.Semua jenis sayur-sayuran mengandung gula dan komponen-komponen nutrisi lainnya yang cukup sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat dan mikroba-mikrpba lainnya.Namun demikian, sayur-sayuran yang paling populer digunakan untuk fermentasi asam laktat adalah kubis untuk pembuatan sauerkraut serta ketimun dan zaitun untuk pembuatan pikel. Dalam jumlah yang lebih kecil,berbagai jenis sayur-sayuran lain seperti wortel, kembang kol, seledri, okra, lada, bawang, dan tomat hjau juga difermentasi, khususnya untuk pikel.

### 2.2.2. Mikrobiologi Fermentasi dan sayur-sayuran

Sebagian besar mikroba yang terdapat pada permukaannya ketika dipanen adalah spesies aerobic dari mikroba tanah dan mikroba air dari *genus Fsedomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Aerobacter, Eschericia dan bacillus.* Pakar-pakar mikrobiologi jaman dahulu mengaitkan fermentasi dengan dua spesies bakteri, yaitu spesies homofermentatif penghasil asam laktat yang disebut Bacillus *curcumeris* fermentati, dan spesies heterofermentatif yang disebut *Bacillus brassicae fermentatae*.

Sejumlah galur-galur yang dekat hubungannya telah diberikan nama yang spesifik yang telah termasuk dalm daftar nama-nama mikroba yang telah diterima secara umum seperti *Lactobacillus pla*ntarum dan *Lactobacillus brevis* di dalam buku Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology, edisi ke 6-tahun 1948. Nama *cucurmeris* dan *brassicae* menunjukkan bahwa spesies yang pertama dianggap fermenter ketimun dan spesies kedua dianggap fermenter kubis. Akan tetapi, studi-studi lebih lanjut menunjukkan bahwa kedua spesies tersebut berperan pada hampir semua fermentasi sayur-sayuran.

Sebelum tahun 1930, Orla-Jensen (1919) telah mengisolasi galur *Betacoccus arabinosaccus*, yaitu sinonim dari *Leuconostoc mesentoroider*, dari kentang asam, kubis asam dan adonan terigu asam. Akan tetapi, oral-Jensen hanya tertarik untuk mempelajari mikrobanya saja dan tidak mengaitkannya dengan fermentasi. Pada suatu studi, dengan mengambil sample dari sauerkraut yang sedang difermentasi setiap interval waktu 2 jam , lalu mengisolasi dan mengindentifikasi mikroba yang terdapat didalamnya, Pederson (1930) menemukan suatu deretan mikrobayang berperan secara berurutan pada fermentasi sauerkraut.

Bakteri yang paling awal dari fermentasi sauerkraut didominasi oleh *Leuconostoc mesenteroides* dan stadium selanjutnya diselesaikan oleh *Lactobacillus brevis* dan *Lactobacillus plantarum*. Pada temperature atau kadar garam yang sangat tinggi, dua spesies mikroba lainnya yaitu *Streptococcus faecalis* dan *Pediococcus cerevesiae,* juga memegang peranan. Bakteri gram negatif yang umumnya sangat banyak terdapat pada sayur-sayuran segar, mempunyai pengaruh yang sangat kecil pada fermentasi sayur-sayuran dengan kondisi normal.

Semenjak tahun 1930, *Lactobacillus mesenteroides* telah diakui sebagai mikroba yang sangat penting untuk memulai proses fermentasi dari berbagai jenis sayur-sayuran seperti ketimun, kubis, “*beets*”, “*turnips*”, “*chardes*”, kembang kol, kacang hijau, tomat hijau, “*Brussels sprout*”, sayur-sayuran campuran (kimchi danpawtsay), zaitun dan lain-lain termasuk kedelai, baik dengan menggunakan garam kering maupun dengan menggunakan larutan garam. Pada fermentasi yang lebih lanjut, bakteri asam laktat yang berperan adalah *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevesiae* dan *Lactobacillus plantarum*. Kondisi lingkungan, jumlah dan jenis mikroba yang terdapat, kebersihan, konsentrasi dan penyebaran garam, temperature dan penutupan akan sangat menentukan berlangsungnya fermentasi.

Apabila sayur-sayuran dipotong atau disayat pada waktu panen, sejumlah kecil cairan protoplasma akan keluar ke permukaan bidang sayatannya. Spesies mikroba fermentative, khususnya *Leuconostoc mesenteroides* dapat menggunakan cairan ini sebagai medium yang baik untuk pertumbuhan dan pada umumnya, pertumbuhan spesiesini menghasilkan dekstran berlendir pada permukaan bidang sayatan sayur-sayuran. Oleh karena sifat pertumbuhannya yang demikian, pada mulanya *Leuconostoc mesenteroides* hanya dikenal sebagai suatu mikroba pembusuk pada pabrik-pabrik gula, sedangkan nilainya sebagai suatu mikroba yang penting dan berguna dalam fermentasi makanan tidak diharapkan. Kegunaan yang nyata dari spesies ini baru diketahui sepenuhnya setelah hasil-hasil penelitian menunjukkan peranannya dengan lengkap dan kondisi-kondisi lingkungan yang diperlukan untuk pertumbuhannya.

Garam menarik air dan zat-zat gizi dari jaringan sayuran. Zat-zat gizi tersebut melengkapi substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat yang telah terdapat di permukaan daun-daun kubis. Garam bersama dengan asam yang dihasilkan oleh fermentasi menghambat pertumbuhan dari organisme yang tidak diinginkan dan menunda pelunakan jaringan kubis yang disebabkan oleh kerja enzim. Kadar garam yang cukup memungkinkan pertumbuhan serangkaian bakteri asam laktat dalam urutannya yang alamiah dan menghasilkan s*auerkraut* dengan garam-garam yang tepat.

Jumlah garam yang kurang bukan hanya dapat mengakibatkan pelunakan jaringan, tetapi juga kurang menghasilkan rasa. Terlalu banyak garam menunda fermentasi alamiah dan menyebabkan warna menjadi gelap dan memungkinkan pertumbuhan khamir. Konsentrasi garam yang digunakan dalam praktikum pembuatan sauerkraut kami adalah ± 2,5 % (merupakan konsentrasi garam yang optimum) (Amri,2012).

Garam dipergunakan manusia sebagai salah satu metoda pengawetan pangan yang dan masih dipergunakan secara luas untuk mengawetkan berbagai macam makanan.Garam adalah bahan yang sangat penting dalam pengawetan ikan, daging dan bahan pangan lainnya. Garam memberi sejumlah pengaruh bila ditambahkan pada jaringan tumbuh-tumbuhan yang segar. Pertama-tama, garam akan berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Mikroorganisme pembusuk atau proteolitik dan juga pembentuk spora adalah yang paling mudah terpengaruh walau dengan kadar yang rendah sekalipun (yaitu sampai 6%). Mikroorganisme patogenik, termasuk *Clostridium botolinum* dengan pengecualian pada *Streptococcus aureus*, dapat dihambat oleh konsentrasi garam sampai 10-12%. Walaupun begitu, beberapa mikroorganisme terutama jenis-jenis *Leuconostoc* dan *Lactobacillus,* dapat tumbuh cepat dengan adanya garam dan terbentuknya asam untuk menghambat organisme yang tidak dikehendaki (Amri,2012).

## Pikel

Pikel adalah hasil pengolahan buah atau sayuran dengan menggunakan garam dan diawetkan dengan asam, atau dengan penambahan gula dan rempah-rempah sebagai bumbu ( Vaughn, (1982) dalam Wiranata, F. (2015)).

Menurut (Vaughn, (1982) dalam Wiranata, F. (2015)). Pikel terbagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Dill pickle yaitu pikel yang difermentasi dalam larutan berkadar garam rendah dan diberi daun dan rempah-rempah sebagai penambah citarasa, pikel ini dapat langsung dikonsumsi tanpa harus diolah lagi.
2. Salt stock pickle yaitu pikel yang difermentasi dalam larutan berkadar garam tinggi, dapat langsung dikonsumsi atau dilakukan proses desalting supaya tidak terlalu asin dan diolah kembali menjadi pikel manis atau pikel asam.
3. Dry salting pickle yaitu pikel yang difermentasi menggunakan kristal garam dengan konsentrasi tertentu.

Tabel 3.Syarat Mutu *Saurkraut* Menurut SNI 01-2600-1992

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.**  | **Kriteria Uji** | **Satuan** | **Persyaratan** |
| 1. | Keadaan kemasan sebelum dan sesudah pengemasan |  | Normal |
| 2. | 2.1 Bau2.2 Rasa2.3 Warna2.4 Tekstur |  | Normal dan khas *Saurkraut*Normal dan khas *Saurkraut*Normal dan khas *Saurkraut*Normal dan khas *Saurkraut* |
| 3. | Bahan-bahan asing (pasir, tangkai, dan bongkol ati yang tidak terpotong, serangga) |  | Normal |
| 4. | Bobot tuntas, %, b/b |  | Tidak boleh ada |
| 5. | Jumlah asam laktat  |  | 0,8-1,5 % |
| 6. | NaCl, %, b/b |  | 5-8 % |
| 7. | Cemaran logam :7.1. Timbal (Pb), mg/kg7.2. Tembaga (Cu), mg/kg7.3. Seng (Zn), mg/kg7.4. Arsen (As), mg/kg7.5. Timah (Sn), mg/kg |  | Maks. 10,0Maks. 30,0Maks. 40,0Maks. 40,0/250Maks. 2,0 |
| 8. | Cemaran mikroba, mg/kg |  | Maks. 2,0 |
| 9. | Angka lempeng total | Koloni/g | Maks. 1,0 x 101 |

(Sumber : SNI-01-2600-1992).

Menurut (Vaughn, (1982) dalam Wiranata, F. (2015)), Pikel dapat diklasifikasikan menjadi empat yaitu:

1. Pikel yang difermentasi (fermented pickles), sering disebut brine pickles, difermentasi dan diawetkan sekitar 3 minggu.
2. Fresh pack, pembuatan pikel secara cepat dengan tidak diasinkan atau diasinkan hanya untuk beberapa jam, kemudian dikeringkan dan dikombinasikan dengan cuka buah dan bumbu-bumbu.
3. Pikel buah (fruit pickes), buah dipanaskan dalam sirup yang diasamkan dengan cuka buah atau jus lemon.
4. Relishes, potongan atau hancuran buah atau sayur diberi bumbu dan dimasak dengan cuka buah.

Sedangkan menurut Anonim (2009), pikel dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Pikel yang diasinkan atau yang difermentasi (Brined or fermented pickles) Pikel ini dibuat dengan cara direndam dalam larutan garam selama 3 sampai 6 minggu. Selama perendaman, bakteri asam laktat yang tahan terhadap garam akan mengubah karbohidrat dalam bahan baku menjadi asam laktat. Adanya asam laktat dapat membuat pikel menjadi awet dan dapat memberikan aroma yang baik.
2. Pikel yang dibuat secara cepat (Fresh pack pickles) Pikel yang dibuat secara cepat ini sangat populer. Pikel ini biasanya direndam dalam larutan garam hanya beberapa jam.

Beberapa faktor dapat mempengaruhi mutu pikel diantaranya persiapan bahan baku pikel, konsentrasi garam, lama fermentasi.

1. Persiapan bahan baku

Persiapan bahan baku juga dapat mempengaruhi mutu pikel. Jika bahan baku terlalu lama disimpan sebelum difermentasi dapat menyebabkan bintik-bintik kecil coklat pada pikel. Tingkat kematangan bahan baku juga harus diperhatikan karena bahan baku yang belum matang misalnya pada pikel bawang putih dapat menyebabkan pikel menjadi berwarna biru atau ungu (Anonim, 2009).

1. Konsentrasi garam

Konsentrasi garam berperan penting dalam proses pembuatan pikel seperti menyeleksi mikroorganisme yang diinginkan untuk tumbuh dan menghambat mikroorganisme yang tidak diinginkan. Konsentrasi garam yang terlalu rendah dapat menyebabkan mikroorganisme yang tidak diinginkan dapat tumbuh, menyebabkan kerusakan pada pikel seperti menyebabkan pikel ketimun menjadi gelap dan bau tidak enak. Konsentrasi garam yang terlau tinggi dapat membunuh bakteri asam laktat (Anonim, 2009).

Selain konsentrasi garam, jenis garam juga mempengaruhi mutu pikel. Pikel yang difermentasi atau yang tidak difermentasi disarankan untuk menggunakan garam baik yang beriodium atau tidak beriodium. Garam yang mempunyai densitas bervariasi (flake salt) tidak direkomendasikan dalam pembuatan pikel. Sedangkan garam yang yang dikurangi kandungan ion Na+ nya (Lite salt) dapat digunakan untuk membuat pikel yang diproses cepat (Fresh pack pickles), tetapi tidak disarankan penggunaan garam ini untuk pikel yang difermentasi (Anonim, 2000).

1. Lama fermentasi

Lama fermentasi berpengaruh terhadap total asam dan pH akhir yang dihasilkan, semakin lama difermentasi maka konsentrasi asam meningkat terutama asam laktat sehingga pH rendah atau turun (Subagia, dan Palgunadi 1996 dalam Wulan, 2004). Jika fermentasi terlalu cepat dapat menyebabkan pikel mengapung dan jika fermentasi telalu lama dapat menyebabkan pikel menjadi berkerut atau kisut (Anonim, 2009).

Banyak sayuran dan buah-buahan dapat dibuat pikel, seperti pikel ketimun, pikel buah pear, pikel prem, pikel ubi-ubian, pikel buah persik, dan pikel kacang-kacangan dengan keuntungan produk pikel tidak hanya dari harga, tetapi juga dari flavor, daya simpan dan penganekaragaman produk (Anonim, 2007).

## Garam

Garam menarik air dan zat-zat gizi dari jaringan sayuran. Zat-zat gizi tersebut melengkapi substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat yang telah terdapat di permukaan daun-daun kubis. Garam bersama dengan asam yang dihasilkan oleh fermentasi menghambat pertumbuhan dari organisme yang tidak diinginkan dan menunda pelunakan jaringan kubis yang disebabkan oleh kerja enzim. Kadar garam yang cukup memungkinkan pertumbuhan serangkaian bakteri asam laktat dalam urutannya yang alamiah dan menghasilkan s*auerkraut* dengan garam-garam yang tepat.

Jumlah garam yang kurang bukan hanya dapat mengakibatkan pelunakan jaringan, tetapi juga kurang menghasilkan rasa. Terlalu banyak garam menunda fermentasi alamiah dan menyebabkan warna menjadi gelap dan memungkinkan pertumbuhan khamir. Konsentrasi garam yang digunakan dalam praktikum pembuatan sauerkraut kami adalah ± 2,5 % (merupakan konsentrasi garam yang optimum) (Amri,2012).

Garam dipergunakan manusia sebagai salah satu metoda pengawetan pangan yang dan masih dipergunakan secara luas untuk mengawetkan berbagai macam makanan.Garam adalah bahan yang sangat penting dalam pengawetan ikan, daging dan bahan pangan lainnya. Garam memberi sejumlah pengaruh bila ditambahkan pada jaringan tumbuh-tumbuhan yang segar. Pertama-tama, garam akan berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Mikroorganisme pembusuk atau proteolitik dan juga pembentuk spora adalah yang paling mudah terpengaruh walau dengan kadar yang rendah sekalipun (yaitu sampai 6%). Mikroorganisme patogenik, termasuk *Clostridium batolinum* dengan pengecualian pada *Streptococcus aureus*, dapat dihambat oleh konsentrasi garam sampai 10-12%. Walaupun begitu, beberapa mikroorganisme terutama jenis-jenis *Leuconostoc* dan *Lactobacillus,* dapat tumbuh cepat dengan adanya garam dan terbentuknya asam untuk menghambat organisme yang tidak dikehendaki (Amri,2012).

## Pengeringan

Proses pengeringan merupakan proses pangan yang pertama dilakukan untuk mengawetkan makanan. Selain untuk mengawetkan bahan pangan yang mudah rusak atau busuk pada kondisi penyimpanan sebelum digunakan, pengeringan pangan juga menurunkan biaya dan mengurangi kesulitan dalam pengemasan, penanganan, pengangkutan, dan penyimpanan karena dengan pengeringan bahan menjadi padat dan kering, sehingga volume bahan lebih ringkas, mudah, dan hemat ruang dalam pengemasan, pengangkutan , dan penyimpanan (Wirakarta. A. , dkk, 1992).

Pengeringan adalah metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkannya sehingga kadar air keseimbangan dengan kondisi udara normal atau kadar air yang setara dengan nilai aktifitas air ­(Aw). Pengeringan dibagi menjadi dua yaitu pengeringan tradisional dan modern. Dimana pengeringan tradisional adalah pengeringan yang dilakukan dengan menggunakan batuan sinar matahari, sedangkan pengeringan modern adalah pengeringan yang dilakukan dengan menggunakan alat pengering, seperti :

1. Oven
2. Pengering Vakum
3. Tray Dryer
4. Drum dryer
5. Spray dryer. (Wirakarta. A. , dkk, 1992).

Pada umumnya bahan pangan yang dikeringkan berubah warna menjadi coklat. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh reaksi-reaksi *browning*, baik enzimatik maupun non enzimatik. Reaksi *browning* non enzimatik yang paling sering terjadi adalah reaksi antara asam organik dengan gula pereduksi dan antara asam-asam amino dengan gula pereduksi, sehingga akan menurunkan nilai gizi protein, yang terkandung didalamnya (Muchtadi. T, dan Ayustaningwaro. F, 2010).

## Asam Laktat

Laktat merupakan produk sampingan yang terbentuk ketika glukosa dipecah secara anaerobik. Ketika tubuh kekurangan oksigen, kondisi ini akan mengarah pada hipoksia jaringan yang memicu pemecahan glukosa dalam sel secara anaerobik. Produk akhir dari reaksi ini adalah asam laktat (Mayasari, 2015).

Asam laktat (Nama [IUPAC](https://id.wikipedia.org/wiki/IUPAC): asam 2-hidroksipropanoat (CH3-CHOH-COOH), dikenal juga sebagai asam susu) adalah [senyawa kimia](https://id.wikipedia.org/wiki/Senyawa_kimia) penting dalam beberapa proses [biokimia](https://id.wikipedia.org/wiki/Biokimia). Asam laktat memiliki gugus karboksilat dengan satu [gugus](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Gugus&action=edit&redlink=1) [hidroksil] yang menempel pada gugus [karboksil](https://id.wikipedia.org/wiki/Karboksil). Dalam [air](https://id.wikipedia.org/wiki/Air), ia terlarut lemah dan melepas [proton](https://id.wikipedia.org/wiki/Proton) (H+), membentuk [ion](https://id.wikipedia.org/wiki/Ion) laktat. Asam ini juga larut dalam [alkohol](https://id.wikipedia.org/wiki/Alkohol) dan bersifat menyerap air (higroskopik). Asam ini memiliki titik lebur 53 0C, Titik didih 122 0C, Keasaman 3.86 (p*Ka*)at 25 0C (Anonim, 2013)

# III BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN

Bab ini akan meguraikan mengenai Bahan dan Alat, Metode Penelitian, dan Deskripsi Percobaan.

## 3.1. Bahan dan Alat Penelitian

* + 1.

### 3.1.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah lobak yang berumur dua hari setelah pemanenan (di beli dari Agrionolgy Antapani), garam krosok (di beli dari pasar Ciroyom Bandung). Bahan- bahan untuk penelitian analisis kimia yaitu larutan *Luff Schoorl*, indikator *phenolpthalein,* NaOH 30%, HCL pekat, H2SO4 6 N, serbuk KI, amylum, alkohol 70%, Na2S2O3 1 N, HCl 9,5 N, NaOH 0,1 N, aquadest, dan media *PCA (Plate Count Agar)* (di sediakan dari Lab TP UNPAS).

### Alat Penelitian

 Alat yang digunakan dalam proses penelitian yaitu baskom plastik, sarung tangan plastik, sendok, mangkok plastik, *jar* 250 ml, pisau, talenan, inkubator, *tunnel dryer*, *tray*, neraca analitik, statif, buret, botol semprot, erlenmeyer 250 ml, corong, gelas beker 200 ml, labu ukur 100 ml, eksikator, oven, dan pipet tetes*.*

 Alat yang digunakan untuk analisis kimia yaitu lumpang alu, *buret*, gelas kimia 100 mL, labu Erlenmeyer 250 mL, pipet volumetri 5 ml, pipet volumetri 10 ml dan labu takar, oven, cawan petri, dan labu *Kjedahl*.

Alat yang digunakan untuk analisis mikrobiologi adalah cawan petri, tabung reaksi, dan inkubator.

## Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan dibagi dua bagian yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

### Penelitian Pendahuluan

 Penelitian pendahulun ini bertujuan untuk menentukan kadar air lobak dengan metode gravimetri, kadar asam laktat lobak dengan metode titrasi, dan kadar gula total lobak dengan metode *luff schoorl*  (Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2010).

### 3.2.2. Penelitian Utama

Penelitian utama adalah pembuatan pikel lobak menggunakan metode fermentasi dengan variasi konsentrasi garam dan lama fermentasi yang berbeda. Penelitian utama ini bertujuan untuk menentukan waktu fermentasi dan konsentrasi garam yang tepat pada pembuatan pikel lobak terhadap peningkatan kadar asam laktat dengan metode titrasi dan penurunan pH setelah fermentasi dengan alat pH meter (Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2010).

* + 1. 1. Rancangan Perlakuan

Rangcangan perlakuan dalam penelitian utama menggunakan metode grafik sederhana yang terdiri dari variasi konsentrasi garam (2,5%), (5%), dan (7,5%) pada lama fermentasi (6 hari), (12 hari), (18 hari) kemudian dilakukan analisis asam laktat pada pikel lobak.

* + - 1. Rancangan analisis

Metode analisis yang digunakan adalah analisis kuantitatif dari kadar asam laktat dan pH pikel lobak. Data analisis dirata-ratakan dan dituangkan dalam tabel Tabel 4.

Tabel 4. Kadar asam laktat dan pH pikel lobak

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Konsentrasi garam | Asam laktat (%) | Ph |
| Hari ke-0 (2,5%) |  |  |
| Hari ke-6 (2,5%) |  |  |
| Hari ke-12 (2,5%) |  |  |
| Hari ke-18 (2,5%) |  |  |
| Hari ke-0 (5%) |  |  |
| Hari ke-6 (5%) |  |  |
| Hari ke-12 (5%) |  |  |
| Hari ke-18 (5%) |  |  |
| Hari ke-0 (7,5%) |  |  |
| Hari ke-6 (7,5%) |  |  |
| Hari ke-12 (7,5%) |  |  |
| Hari ke-18 (7,5%) |  |  |

* + - 1. Rancangan Respon

Respon yang diukur dalam penelitian ini terdiri dari respon mikrobiologi dan respon kimia.

1. Respon Mikrobiologi

Analisis respon mikrobiologi pada penelitian pembuatan pikel lobak dari hasil fermentasi anaerob adalah pengujian total bakteri dengan menggunakan metode TPC (*Total Plate Count)* (Fardiaz, 1992).

1. Respon Kimia

Analisis respon kimia yang dilakukan pada penelitian pembuatan pikel lobak dari hasil fermentasi anaerob adalah analisis kadar asam laktat dengan metode titrasi asam basa, analisis pH dengan menggunakan pH meter dan analisis kadar air pada pikel lobak yang sudah dikeringkan dengan metode gravimetri (Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 2010).

## Deskripsi Percobaan

### Deskripsi Penelitian Pendahuluan

* + - 1. Analisis kadar asam laktat pada lobak.

Bahan yang digunakan adalah lobak. Lobak yang digunakan adalah jenis lobak daikon atau lobak putih. Kemudian lobak diiris dan ditimbang sebanyak 5gr. Kemudian dihancurkan menggunakan lumpang alu. Kemudian dimasukan kedalam erlenmeyer 100ml dan dilakukan analisi asam laktat.

* + - 1. Analisi kadar air pada lobak.

Bahan baku yang digunakan untuk analisis kadar air adalah lobak. Lobak diiris dan ditimbang seberat 2 gr kemudian diletakan kedalam cawan petri dan dilakukan pemanasan pada suhu 105oC selama 30 menit. Setelah dipanaskan dalam oven kemudian dimasukan kedalam *eksikator* selama 5 menit, setelah itu dilakukan penimbangan dan dipanaskan kembali dalam oven pada suhu 105oC selama 30 menit. Setelah pemanasan kedua selesai lobak yang sudah dipanaskan dimasukan kedalam eksikator dan kemudan ditimbang.

* + - 1. Analisis kadar gula Total

Sampel lobak ditimbang sebanyak 2 gr, dipindah kedalam labu takar 100 ml dan ditambahkan 50 ml akuades. Kemudian sampel tersebut disaring untuk diperoleh filtrat.

Diambil 25 ml filtrat sampel, dimasukan kedalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan dengan akuades 25 ml dan HCL 30%. Dipanaskan di atas penanggas air pada suhu 67-700C selama 10 menit, kemudian didinginkan cepat-cepat sampai suhu 200C. Dinetralkan dengan NaOH 45%, kemudian diencerkan sampai volume tertentu sehingga 25 ml sampel mengandung 15-60 mg gula reduksi.

Diambil 25 ml larutan dan dimasukan kedalam erlenmeyer 250 ml, ditambahkan 25 ml larutan *luff schoorl.* Dibuat blanko yaitu 25 ml larutan *luff schoorl.* Dibuat blanko yaitu 25 ml larutan *luuf schoorl* dan 25 ml akuades.

Setelah ditambahkan beberapa batu didih, erlenmeyer ditutup dengan corong berkapas, kemudian didihkan. Diusahakan 2 menit sudah mendidih, kemudian pendidihan dipertahankan selama 10 menit dan cepat-cepat didinginkan. Ditambah 15 ml KI 20% dan ditambahkan 25 ml H2SO4 6N. Iodium yang dibebaskan dititrasi dengan larutan Na-tiosulfat 0,1 N dengan ditambahkan indikator amilum sebanyak 2 ml. Untuk memperjelas perubahan warna pada saat titrasi hampir berakhir. Dimana TAT ditunjukan dengan terbentuknya warna kuning jerami.

### Deskripsi Penelitian Utama

Sortasi

Proses pemisahan lobak yang akan di gunakan, dimana lobak dipilih berdasarkan ukuran yang tidak terlalu besar dan pemisahan umbi lobak dengan bagian pucuknya yang berwarna hijau.

1. Pembersihan

Pembersihan ini di lakukan hanya dengan cara mengelap lobak dengan menggunakan lap kain basah hangat yang bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada lobak.

1. Pengirisan

Proses pengirisan pada lobak dengan tebal 1mm untuk memudahkan dalam memasukan kedalam jar. Jika hal ini tidak dilakukan maka terdapat rongga udara dalam jar yang seharusnya tidak ada karena dalam fermentasi pikel lobak merupakan fermentasi anaerob atau fermentasi yang tidak memerlukan oksigen.

1. Pencampuran Garam

Pencampuran dengan garam bertujuan untuk merangsang pertumbuhan mikroorganisme pembentuk asam laktat. Pencampuran dilakukan dengan merata supaya mikroorganisme tumbuh secara merata.

1. Fermentasi

Fermentasi dilakukan selama (6 hari, 12 hari, dan 18 hari) pada suhu 280 C. Jika ferementasi dilakukan pada suhu di atas 30ºC mengakibatkan produksi asam berlebihan sedang jika suhu kurang dari 25ºC sering muncul flavor dan warna yang tidak diharapkan serta waktu fermentasi menjadi sangat lama.

1. Pengeringan

Pengeringan dilakukan menggunakan 2 metode yaitu pengeringan dengan udara dingin dan pengeringan udara panas. Pengeringan dingin dilakukan menggunakan suhu 4oC dalam lemari es, dan pengeringan panas menggunakan *tunnel drayer* dan dipanaskan pada suhu 70oC yang bertujuan untuk mengurangi kadar air pada pikel lobak.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitan Pikel Lobak.

#

# IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai Penelitian Pendahuluan dan Penelitian Utama.

## Penelitian Pendahuluan

### Analisis Bahan Baku Lobak

Penelitian pendahuluan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui perbandingan kadar asam laktat pada bahan baku dengan kadar asam laktat setelah fermentasi dan untuk mengetahui pengaruh kadar air dan kadar gula total terhadap pembentukan kadar asam laktat yang dihasilkan setelah fermentasi pikel. Berdasarkan hasil analisis kadar air, asam laktat dan kadar gula total dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Analisis kadar air, asam laktat dan kadar gula total pada lobak.

|  |  |
| --- | --- |
| **Komponen** | **Jumlah (%)** |
| Air | 94,74 |
| Asam laktat | 0,072 |
| Gula | Glukosa /sukrosa  | 0,48 |
| Total  | 1,2 |

### Kadar air

Analisis bahan baku lobak diperoleh hasil kadar air sebanyak 94,74% sedangkan menurut (Direktorat Gizi Depkes RI, 1979 dalam Nur Briliant Venus Ali dan Estu Rahayu, 1995) kadar air lobak adalah 94,10%. Walaupun terdapat perbedaan antara kadar air lobak yang dianalisis dengan kadar air lobak menurut Direktorat Gizi Depkes RI, namun data kadar air hasil analisis masih terdapat dalam kisaran kadar air lobak menurut Direktorat Gizi Depkes RI.

Hal ini diduga karena dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal dari lobak itu sendiri. Seperti yang dinyatakan oleh ( Pratiwi, T.K. 2011), bahwa komposisi pada tumbuhan tergantung dari jenis tumbuhan, struktur dan usia dari jaringan organ. Berbagai faktor internal dan eksternal dapat berpengaruh terhadap hasil hortikultura pada masa pasca panen. Ditambahkan oleh (Raharjo, Sri. 2009) bahwa ukuran mempengaruhi respirasi buah dan sayur, Semakin besar volume buah, maka semakin kecil luas permukaan buah tersebut persatuan berat, demikian pula sebaliknya semakin kecil ukuran buah, maka semakin besar luas permukaan buah tersebut. Buah yang mempunyai luas permukaan besar, maka buah tersebut akan mempunyai kesempatan kontak dengan udara (oksigen) yang besar (oksigen yang berdifusi besar), sehingga kecepatan respirasinya besar.

Tipe jaringan, jaringan sayur-sayuran dan buah-buahan yang masih muda lebih aktif melakukan metabolisme dibanding jaringan yang tua, termasuk kegiatan respirasi. Selain itu letak jaringan juga berpengaruh terhadap kecepatan respirasi yaitu jaringan kulit, jaringan daging buah, jaringan biji dan jaringan daun mempunyai kecepatan respirasi yang berbeda-beda. Komposisi kimia jaringan. Senyawa penyusun jaringan akan mempengaruhi kecepatan respirasi dari suatu jaringan (Raharjo, Sri. 2009).

Ditambhkan oleh (Er. B. Pantastico, 1997) yang menyebutkan bahwa sebagian besar perubahan-perubahan fisikokimiawi yang terjadi dalam buah dan sayur yang sudah dipanen berhubungan dengan metabolisme oksidatif, termasuk didalamnya respirasi. Seperti yang dijelaskan oleh (Syarief dan Irawati, 1988) respirasi adalah suatu proses metabolisme biologis dengan menggunakan oksigen dalam perombakan senyawa kompleks (seperti karbohidrat, protein dan lemak) untuk menghasilkan CO2, air dan sejumlah elektron-elektron. Pada umumnya bahan hasil pertanian setelah dipanen masih melakukan proses respirasi serta metabolisme lain sampai bahan tersebut rusak dan proses kehidupan berhenti.

Ditambahkan oleh (Er. B. Pantastico, 1997) besar kecilnya respirasi dapat diukur dengan menentukan jumlah substrat yang hilang, O2 yang diserap, CO2 yang dikeluarkan, panas yang dihasilkan, dan energi yang timbul. Tetapi dalam prakterk jumlah air yang dilepas tidak ditentukan oleh karena reaksi berlangsung dalam air sebagai medium, dan jumlah air yang dihasilkan reaksi hanya sedikit. Faktor internal lainnya adalah tingkat kelembaban yang dapat mempengaruhi peningkatan kadar air dan mengakibatkan kenaikan metabolisme.

### Kadar Asam Laktat

Kadar asam laktat yang diperoleh pada analisis bahan baku adalah 0,072%. Fungsi asam laktat pada bahan baku lobak adalah untuk membandingkan hasil analisis asam laktat sebelum fermentasi dan setelah fermentasi. Menurut (Zanuck. 2014) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa semua sayuran yang digunakan sebagai bahan baku pembutan pikel memiliki zat-zat gizi untuk pertumbuhan mikroba dan mengandung asam laktat secara alami, sehingga dalam pembuatan pikel tidak perlu ditambahkan inokulum atau ragi. Ditambahkan oleh (Phan dan Hasu, 1973 dalam Er. B. Pantastico, 1997) yang menyatakan bahwa kandungan maksimum asam-asam organik pada sayuran dicapai agak belakangan dari pencapaian karoten maksimum, yang kemudian disusul oleh penurunan. seperti pada wortel terdapat keasaman tidak tertitrasi yang tinggi, yang menunjukan bahwa kandungan sel tersangga (buffered) dengan nyata. Beberapa asam dari daur krebs (oksalat,piruvat, dan isositrat) tertimbun selama pertumbuhan, yang berarti bahwa sedikit ada hambatan pada respirasi. Phan dan Hasu beranggapan bahwa di bawah tanah, O2 tidak begitu mudah diperoleh seperti dalam udara.

Asam laktat pada sayuran dan buah terbentuk akibat proses respirasi. Seperti yang disebutkan oleh (Er. B. Pantastico, 1997) terbentuknya asam laktat karena terjadi oksidasi gula menjadi asam piruvat dan asam-asam organik lainnya. Bebagai interrelasi antara substrat dengan hasil-hasil respirasi yang satu dengan yang lainnya. Banyak senyawa-senyawa penting disintesis dari hasil-hasil antara daur glikolisis dan daur krebs.

### Kadar Gula

Berdasarkan hasil analisis kadar gula total pada lobak diperoleh kandungan gula sukrosa atau glukosa yaitu 0,48% dan kandungan gula total sebayak 1,2%. Menurut (*USDA Nutrient database*, 2014) bahwa kandungan gula pada lobak sebesar 1,86%. Perbedaan kandungan komponen pada lobak ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan jenis lobak yang digunakan, dan perbedaan umur lobak yang digunakan untuk analisis.

Hal ini sesuai dengan pernyataan (Er. B. Pantastico, 1997) pada stadium awal pertumbuhan buah dan sayur kadar gula total termasuk gula pereduksi dan non pereduksi sangat rendah. Dengan meningkatnya pemasakan, kandungan gula total naik cepat dengan timbulnya glukosa dan fruktosa, kenaikan gula secara mendadak ini dapat digunakan sebagai petunjuk kimia telah terjadinya kemasakan. Seperti yang disebutkan oleh (Goris, 1969 dalam Er. B. Pantastico, 1997) yang menyatakan bahwa kandungan gula pada wortel bertambah dengan cepatnya kira-kira 3 bulan setelah penanaman dan tidak berubah setelah dipanen. Kandungan gula pereduksi, glukosa, dan fruktosa juga tidak berubah, sedangkan perbandingan antara gula-gula bukan pereduksi dan pereduksi bertambah secara eksponensial. Oleh karena praktis perubahan-perubahan kandungan gula berhenti jauh sebelum pemanenan hasil, maka hal itu tidak dapat dipakai sebagai petunjuk kimiawi untuk kemasakan.

Tabel 6. Perubahan pada beberapa zat penyusun utama buah dan sayur selama pematangan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Zat penyusun** | **Mentah** | **½ matang** | **Matang** |
| Zat pati (g%)a | 14 | N.D | 0,3 |
| Selulosa (g%)b | 4,92 ± 1,05 | 2,0 ± 1,5 | 1,12 ± 0,2 |
| Pektin (g%)c | 0,81 ± 0,24 | 0,65 ± 0,19  | 0,35 ± 0,19 |
| Gula total (g%)d | 7 ± 6,1 | N.D ± 10,9 | 17 ± 17,1 |
| Sukrosa (g%) d | 2,4 ± 1,6  | 5,5 ± 4,0 | 8,0 ± 3,6  |
| Glukosa (g%) d ,e | 1,6 ± 0,66 | 2,2 ± 0,4 | 3,5 ± 1,12  |
| Fruktosa (g%) d ,e | 1,97 ± 1,4  | 3,04 ± 1,6 | 5,6 ± 3,1  |
| Pentosa (g%) d | 0,103 ± 0,07 | 0,224 ± 0,15 | 0,469 ± 0,06 |
| Keasaman (g%) d | 4,1 ± 0,69  | 3,73 ± 0,1 | 0,239 ± 0,17 |
| Asam malat (g%) d | 0,894 ± 0,4 | 0,186 ± 0,18 | 0,014 ± 0,07  |
| Asam sitrat (g%) d | 3,2 ± 0,95  | 3,5 ± 0,42  | 0,28 ± 0,17  |
| As. Askorbat (g%)e | 0,250  | 0,090  | 0,100 |
| Lemak total (g%) e | 0,200 – 0,268  | N.D  | 0,60 – 0,800 |
| As. Lemak (g%) e | 0,96 – 0,140  | N.D  | 0,432 – 0,570  |
| Karoten (µg%) f | 488 | N.D  | 3250  |
| Geraniol (mo/g%) g | 1,5 ± 0,6 | 3,6 ± 1,7  | 8,2 ± 2,3  |

Sumber : aLeley dkk. (1943); bG. Ghai dan V. V. Modi (1972); cReddy (1968); dModi dan Reddy (1967); eMatto (1969); fModi dan Patwa (1960); gModi dkk. (1965) dalam Er. B. Pantastico, (1997).

\*N.D= Tidak ditentukan.

 Kandungan gula pada sayuran memainkan peranan yang penting pada pembuatan pikel, karena pengaruhnya terhadap keasaman maksimal saat fermentasi. Perbedaan kandungan gula dapat menunjukan bahwa semakin tinggi kandungan gula maka produk yang dihasilkan juga akan mengandung kadar asam yang tinggi (Zansuck. 2014).

## Penelitian Utama

### Kadar asam laktat (%) pikel lobak

Penelitian utama yang dilakukan bertujuan untuk menentukan waktu fermentasi dan konsentrasi garam terbaik dengan variasi konsentrasi garam yang digunakan 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap kadar asam laktat yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Peningkatan Kadar asam laktat (%) selama proses fermentasi.

Berdasarkan hasil penelitian utama peningkatan kadar asam laktat terjadi sampai dengan hari ke-12. Kadar asam laktat tertinggi ditunjukan pada konsentrasi garam 2,5% dengan hasil kadar asam laktat 0,546% di hari ke-12. Dalam hal lain, pada penelitian ini terjadi penurunan kadar asam laktat mulai hari ke-13 sampai dengan hari ke-18 disetiap konsentrasi. Hal ini tidak sesuai dengan pernyataan (Zansuck. 2008) yang menyebutkan bahwa semakin lama waktu fermentasi jumlah bakteri asam laktat akan terus meningkat yang diikuti dengan peningkatan kadar asam laktat. Tetapi menurut (Djunjung dan Ansory, 1992) menyebutkan bahwa kandungan asam laktat akan menurun bila fermentasi berlangsung lebih cepat atau kurang dari 14 hari. Dan karakteristik dari spesies-spesies bakteri asam laktat bervariasi, khususnya dalam hal toleransi terhadap garam, asam dan tempratur pertumbuhan. Perbedaan karakteristik-karakteristik ini harus dipertimbangkan pada fermentasi setiap produk sayuran. Khususnya apabila memfermentasi dengan penggaraman kering. Dapat dilihat dalam gambar dibawah ini bahwa laju pertumbuhan mikroba dapat mempengaruhi peningkatan kadar asam laktat pada setiap konsentrasi.

x

y

Gambar 4. Laju pertumbuhan Mikroba terhadap kadar asam laktat konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%.

Asam laktat yang terbentuk dan mencapai titik puncak di hari ke-12 dimana pada tahap ini pertumbuhan bakteri asam laktat sedang dalam tahap pertumbuhan dipercepat, sehingga bakteri asam laktat sudah melewati fase adaptasi terhadap lingkungannya. Dan penurunan kadar asam laktat yang terjadi pada hari ke-18 yang menunjukan bahwa pertumbuhan bakteri asam laktat sedang dalam tahap mempercepat fase kematian yang menyebabkan berkurangnya substrat sehingga mempengaruhi sistem metabolisme bakteri asam laktat. Seperti yang disebutkan oleh (V. K, Joshi and Somesh, Sharma (2008)) dalam penelitiannya, bahwa terjadi peningkatan kadar asam laktat pada konsentrasi garam 2,5% sampai hari ke-16 sebesar 0,6%, dan mengalami penurunan kadar asam laktat antara hari ke-16 sampai dengan hari ke-18 sampai kadar asam laktat mencapai 0,5%.

Data rata-rata hasil penelitian asam laktat pada penelitian pikel lobak ini asam laktat yang dihasilkan tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan kadar asam laktat yang dihasilkan produk pikel lain seperti sawi dan wortel berkisar antara 0,8 – 1,5% (dinyatakan sebagai asam laktat) (Tjahjadi. 2011) . Hal ini disebabkan karena kandungan gula total pada lobak lebih rendah yaitu 1,6 % jika dibandingan dengan kadar gula total pada wortel 9,30% dan sawi 4,00% sehingga fermentasi cenderung berjalan lambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Buckle. 1985 dalam Nataliningsih. 2009) yang menyebutkan bahwa gula yang terdapat dalam bahan makanan berbentuk glukosa akan dirubah oleh mikroba menjadi asam laktat. Kandungan gula yang rendah dari bahan mengakibatkan proses fermentasi berjalan lambat. Ditambahkan oleh (Djunjung dan Ansory, 1992) bahwa keasaman 2,0% sampai dengan 2,5% asam laktat akan dihasilkan apabila terdapat gula dalam jumlah yang cukup banyak pada fermentasi sayuran dengan cara penggaraman kering.

Asam laktat pada produk fermentasi dihasilkan oleh reaksi anaerob. Reaksi anaerob terdiri atas serangkaian reaksi yang mengubah glukosa menjadi asam laktat. Proses ini disebut glikolisis, tiap reaksi dalam proses glikolisis ini menggunakan enzim tertentu. Reaksi glikolisis terdiri atas sepuluh tahapan yang melibatkan enzim – enzim respirasi di dalam sitoplasma. Pada tahapan awal merupakan tahapan yang memakai energi, sementara pada tahapan akhir adalah reaksi pembentukan energi. Total energi yang dihasilkan dari reaksi ini ialah sebesar 2 ATP. Selain itu, produk dari perombakan glukosa adalah 2 asam piruvat dan produk samping berupa 2 NADH. Seperti pada jalur respirasi anaerob, fermentasi asam laktat hanya berlangsung di dalam sitoplasma. Senyawa yang terbentuk dari glikolisis (asam piruvat) akan direduksi menjadi senyawa lain yang tetap berlangsung di dalam sitoplasma (Edu, 2015).

Tahapan selanjutnya ialah terjadinya reduksi asam piruvat hasil perombakan glukosa di dalam sitoplasma (glikolisis). Fermentasi asam laktat merupakan jalur fermentasi yang menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir. Dua molekul asam piruvat hasil dari perombakan satu molekul glukosa akan direduksi menjadi dua molekul asam laktat yang merupakan senyawa berkarbon tiga. Dalam reaksi reduksi ini akan memerlukan ion hidrogen yang akan diambil dari dua senyawa NADH produk samping glikolisis. Dengan demikian, hasil akhir dari tahapan fermentasi asam laktat ialah dua molekul asam laktat dan dua molekul NAD (Edu, 2015).

Tahapan-tahapan pada reaksi glikolisis dan enzim yang bekerja pada reaksi glikolisis :

Tahap pertama, glukosa akan diubah menjadi glukosa 6-fosfat oleh enzim hexokinase. Tahap ini membutuhkan energi dari ATP (adenosin trifosfat). ATP yang telah melepaskan energi yang disimpannya akan berubah menjadi ADP.

Glukosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 6-fosfat yang dikatalisis oleh enzim fosfohexosa isomerase.

Fruktosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 1,6-bifosfat, reaksi ini dikatalisis oleh enzim fosfofruktokinase. Dalam reaksi ini dibutuhkan energi dari ATP.

Fruktosa 1,6-bifosfat (6 atom C) akan dipecah menjadi gliseraldehida 3-fosfat (3 atom C) dan dihidroksi aseton fosfat (3 atom C). Reaksi tersebut dikatalisis oleh enzim aldolase.

Satu molekul dihidroksi aseton fosfat yang terbentuk akan diubah menjadi gliseraldehida 3-fosfat oleh enzim triosa fosfat isomerase. Enzim tersebut bekerja bolak-balik, artinya dapat pula mengubah gliseraldehida 3-fosfat menjadi dihdroksi aseton fosfat.

Gliseraldehida 3-fosfat kemudian akan diubah menjadi 1,3-bifosfogliserat oleh enzim gliseraldehida 3-fosfat dehidrogenase. Pada reaksi ini akan terbentuk NADH.

1,3 bifosfogliserat akan diubah menjadi 3-fosfogliserat oleh enzim fosfogliserat kinase. Para reaaksi ini akan dilepaskan energi dalam bentuk ATP.

3-fosfogliserat akan diubah menjadi 2-fosfogliserat oleh enzim fosfogliserat mutase.

2-fosfogliserat akan diubah menjadi fosfoenol piruvat oleh enzim enolase.

Fosfoenolpiruvat akan diubah menjadi piruvat yang dikatalisis oleh enzim piruvat kinase. Dalam tahap ini juga dihasilkan energi dalam bentuk ATP (Edu, 2015).

Bakteri asam laktat umumnya menghasilkan sejumlah besar asam laktat dari fermentasi substrat energi karbohidrat. Bila tumbuh anaerobik kebanyakan khamir cenderung memfermentasikan substrat karbohidrat untuk menghasilkan etanol bersama sedikit produk akhir lainnya (Buckle, K.A., dkk. 2007).

Kemampuan mikroorgansme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang penting dalam ekosistem pangan. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme meliputi suplay gizi, waktu, suhu, air, pH dan tersedianya oksigen. Seperti halnya makhluk lain, mikroorganisme juga membutuhkan suplai makanan yang akan menjadi sumber energi dan menyediakan unsur-unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Unsur-unsur dasar tersebut adalah karbon, nitrogen, hidrogen, sulfur, dan sejumlah zat kecil lainnya. Karbon dan sumber energi untuk hampir semua mikroorganisme yang berhubungan dengan bahan pangan, dapat diperoleh dari jenis gula karbohidrat sederhana seperti glukosa. Tergantung dari spesiesnya, kebutuhan nitrogen dapat diperoleh dari sumber-sumber organik seperti (NH4)2 SO4 atau NaNO3 atau sumber-sumber organik seperti asam amino dan protein (Buckle. K. A., dkk. 2007).

Data hasil penelitian ini juga menunjukan terjadi hubungan antara konsentrasi garam terhadap peningkatan kadar asam laktat, yaitu semakin tinggi konsentrasi garam kadar asam laktat yang dihasilkan semakin rendah. Konsentrasi garam 7,5% mengahsilkan kadar asam laktat lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar asam laktat yang dihasilkan pada konsentrasi garam 2,5% dan 5%. Hal ini sesuai dengan peryataan (C. Tjahjadi. 2008), bahwa konsentrasi garam bersama dengan asam yang dihasilkan oleh fermentasi akan menghambat pertumbuhan dari mikroorganisme yang tidak diinginkan dan menunda pelunakan jaringan sayuran yang disebabkan oleh kerja enzim dan bakteri pektinolitik, garam yang digunakan akan menarik air dan zat-zat gizi lainnya dari jaringan sayuran. Zat-zat gizi tersebut melengkapi substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Perlakuan konsentrasi garam yang lebih tinggi menghasilkan total asam yang lebih rendah, karena pada konsentrasi garam 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 (C. Tjahjadi. 2008).

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. Peningkatan kadar asam laktat akan diikuti dengan meningkatnya gas yang terbentuk (*Buckle et al*. 1985 dalam S. M, Astuti. 2005).

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 dapat menghambat beberapa jenis mikroorganisme lainnya. Dua kelompok kecil mikroorganisme dikenal dari kelompok ini yaitu orgaisme-organisme yang bersifat homofermentatif dan heterofermentatif (S. Fardiaz. 1992).

Grup bakteri asam laktat yaitu asam piruvat yang terbentuk dari jalur glikolisis (EMP) bertindak sebagai penerima hidrogen, di mana reduksi asam piruvat oleh NADH2 menghasilkan asam laktat dengan reaksi sebagai berikut :

2 asam piruvat

EMP

Glukosa

2 NAD + H+

2 NAD

2 CH3CHOHCOOH

Gambar 5. Pembentukan asam piruvat menjadi asam laktat dari jalur glikolisis (EMP) oleh bakteri Homolaktat (S. Fardiaz. 1992).

Fermentasi seperti diatas disebut fermentasi homolaktat karena satu-satunya produk fermentasi adalah asam laktat, dan bakteri yang melakukan fermentasi demikian disebut bakteri asam laktat homofermentatif. Bakteri tersebut sering digunakan dalam pengawetan makanan, karena produksi asam laktat dalam jumlah tinggi dalam makanan dapat mengambat pertumbuhan bakteri lainnya yang menyebabkan kebusukan pada makanan (S. Fardiaz. 1992).

Grup bakteri asam laktat lainnya disebut bakteri asam laktat heterofermentatif, karena selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan senyawa-senyawa lainnya (S. Fardiaz. 1992).

Asam asetat

CH3COOH

Co2

Asam piruvat

Glukosa

NADH2

NAD

Asam laktat

NADH2

NAD

Asetaldehida

CH3CHO

NADH2

NAD

Etanol

Gambar 6. Pemecahan glukosa oleh bakteri asam laktat hetero-fermentatif (S. Fardiaz. 1992).

### Derajat Keasaman (pH) pikel lobak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi selama 6,12 dan 18 hari terhadap penurunan derajat keasaman (pH) pada pikel lobak pada konsentrasi garam 2,5%, 5%, 7,5%.

Gambar 7. Derajat keasaman (pH) pikel lobak terhadap lama fermentasi.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukan bahwa terjadi hubungan antara lama fermentasi terhadap penurunan pH. Penurunan pH terjadi pada fermentasi hari ke-0 sampai hari ke-12 pada setiap konsentrasi. Awal fermentasi pH 6 karena belum terbentuk asam laktat. Penurunan pH terjadi karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yang merubah glukosa menjadi asam laktat pada proses fermentasi anaerob dan semakin lama fermentasi maka asam laktat yang dihasilkan akan semakin meningkat sehinga menyebabkan pH pikel semakin turun. Hasil analisis pH pikel lobak pada setiap konsentrasi mengalami penurunan dari hari ke-0 sampai hari ke-12 yang diikuti dengan peningkatan kadar asam laktat, dan nilai pH terendah diperoleh pada konsentrasi garam 2,5%. Dalam hal lain, pada penelitian ini nilai pH pikel mengalami peningkatan pada setiap konsentrasi mulai hari ke-13 sampai hari ke-18 yang diikuti dengan penurunan kadar asam laktat.

Hal ini sesuai dengan pernyataan (Munajim, 1988 dalam Nataliningsih, 2009) bahwa selama proses fermentasi, konsentrasi gula dalam bahan akan turun, gula akan berubah menjadi asam laktat yang diikuti oleh penurunan pH larutan. Peristiwa ini diiringi perubahan kimia selama proses fermentasi, proses fermentasi yang berhasil ditandai dengan adanya penurunan pH. Ditambahkan oleh (D. Djungjung dan R. Ansory, 1992) bahwa nilai pH pada pikel berkisar antara 3,3-3,5 apabila pikel disimpan dalam kondisi yang mendekati anaerobis. Jikalu tidak demikian, apabila terdapat khamir oksidatif, nilai pH akan lebih tinggi oleh karena kehilangan asam akibat dikonsumsi oleh bakteri tersebut.

### Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5%.

Hasil pengukuran pH terhadap asam laktat (%) pada variasi konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar asam laktat terhadap konsentrasi garam

y

x

Gambar 8. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 2,5%.

y

y

x

x

Gambar 9. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 5%

y

y

x

x

Gambar 10. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 7,5%.

Berdasarkan ketiga grafik diatas hasil analisis pH pikel lobak pada setiap konsentrasi garam menunjukan adanya pengaruh kadar asam laktat terhadap penurunan pH. Hal ini sesuai dengan pernyataan (*Buckle et al*. 2007) Fermentasi asam laktat terjadi karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah glukosa menjadi asam laktat. Selama proses fermentasi berlangsung, yang ditandai dengan timbulnya gas, jumlah asam laktat meningkat yang diikuti dengan penurunan pH.

Ditambahkan pula oleh (Umam. *et* al., 2012), yang menyebutkan bahwa penurunan pH dipengaruhi oleh kandungan asam laktat yang dihasilkan oleh BAL (Bakteri Asam Laktat). Pemecahan gula dalam sel BAL (Bakteri Asam Laktat) akan menghasilkan energi untuk aktivitas bakteri probiotik sehingga dihasilkan asam laktat. Pembentukan asam laktat tersebut akan menurunkan nilai pH dan menghasilkan rasa asam pada produk yang dihasilkan. Penurunan pH menyebabkan rasa menjadi asam karena terbentuknya asam laktat sebagai produk utama hasil metabolisme bakteri asam laktat (Winarno, 1997). Nilai pH sangat berkaitan dengan kadar asam yang dihasilkan.

Setiap organisme mempunyai kisaran nilai pH dimana pertumbuhan masih memungkinkan dan masing-masing biasanya mempunyai pH optimum. Kebanyakan mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 6 - 8,0 hal ini sesuai dengan hasil analisis asam laktat pada bahan baku lobak yaitu pH 6. Beberapa mikroorganisme dalam bahan pangan tertentu seperti khamir dan bakteri asam laktat tumbuh dengan baik pada kisaran nilai pH 3,0-6,0 dan sering disebut sebagai asidofil.

### Respon Mikrobiologi

Hasil analisis respon mikrobiologi pada pikel lobak bertujuan untuk mengetahui total mikroba yang dihasilkan selama proses fermentasi dengan variasi konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%.

Gambar 11.Total pertumbuhan mikroba pada pikel lobak selama proses fermentasi.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukan RH 70,87oC, 77,23 oC, 74,87 oC; dan 74,80 oC pada 0, 6, 12, dan 18 hari jumlah bakteri selama fermentasi pada 0, 6, 12, dan 18 hari dengan pada konsentrasi garam 2,5% yang dinyatakan dalam satuan Cfu/g mengalami peningkatan yaitu 1,45 x 103, 1,79 x 103, 1,97 x 104, dan 2,35 x 104. Pada konsentrasi garam 5% terjadi peningkatan jumlah mikroba yaitu 1,37 x 103, 1,75 x 103, 2,45 x 103, dan 2,88 x 103. Pada konsentrasi garam 7,5% yaitu 1,28 x 103, 1,72 x 103, 2,11 x 103, dan 2,46 x 103. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Saripah. 1983) yang menyebutkan bahwa pada waktu 18-24 jam 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 karena kondisi substrat masih memungkinkan untuk berlangsungnya proses metabolisme bakteri. Namun, aktivitas bakteri menurun karena terhambat oleh keasaman yang dihasilkan.

Awal fermentasi, jumlah bakteri meningkat cepat karena zat nutrisi tersedia dalam jumlah banyak. Ketersediaan nutrisi di dalam larutan garam disebabkan adanya tekanan osmosis dari garam terhadap bahan sehingga gula, vitamin, dan mineral akan keluar dari bahan. Zat nutrisi tersebut digunakan oleh bakteri untuk pertumbuhannya.

Garam memiliki sejumlah pengaruh bila ditambahkan pada jaringan tumbuh-tumbuhan yang segar. Pertama-tama, garam akan berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Mikroorganisme pembusuk atau proteolitik dan juga pembentuk spora, adalah yang paling berpengaruh walau dengan kadar garam yang rendah sekalipun. Mikroorganisme patogenik, termasuk *colostrium botulinum* oleh konsentrasi garam sampai 10-12%. Walaupun begitu, beberapa mikroorganisme terutama jenis *leuconostoc* dan *lactobacillus,* dapat tumbuh cepat dengan adanya garam dan terbentuk asam untuk menghambat organisme yang tidak dikehendaki. Garam juga mempengaruhi aktivitas air (aW) dari bahan, jadi mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme dengan suatu metode yang bebas dari pengaruh racun (*Buckle et* al, 2007).

 Pertumbuhan mikroorganisme juga dipengaruhi oleh RH (kelembaban) dan Aw atau (*water Actifity)*. Mikroorganisme mempunyai nilai kelembaban optimum. Pada umumnya untuk pertumbuhan ragi dan bakteri diperlukan kelembaban yang tinggi diatas 85°C, sedangkan untuk jamur dan aktinomises diperlukan kelembaban yang rendah dibawah 80°C. Kadar air bebas didalam lautan (aw) merupakan nilai perbandingan antara tekanan uap air larutan dengan tekanan uap air murni, atau 1/100 dari kelembaban relatif. Nilai aw untuk bakteri pada umumnya terletak diantara 0,90 – 0,999 sedangkan untuk bakteri halofilik mendekati 0,75. Banyak mikroorganisme yang tahan hidup didalam keadaan kering untuk waktu yang lama seperti dalam bentuk spora, konidia, arthrospora, klamidospora dan kista. Semua organisme membutuhkan air untuk kehidupannya. Air berperan dalam reaksi metabolik dalam sel dan merupakan alat pengankut zat-zat gizi atau bahan limbah ke dalam dan ke luat sel. Semua kegiatan ini membutuhkan air dalam bentuk cair dan apabila air tersebut mengalami kristalisasi dan membentuk es atau terikat secara kimiawi dalam larutan gula atau garam, maka air tersebut tidak dapat digunakan oleh mikroorganisme. Jumlah air yang terdapat dalam bahan pangan atau larutan dikenal sebagai aktivitas air (*water activity =Aw*) (Buckle. K. A., dkk. 2007).

Penelitian ini juga menunjukan hubungan antara jumlah bakteri dengan konsentrasi garam. Total mikroorganisme pada konsentrasi 2,5%, 5% dan 7,5% mengalami penurunan karena aktivitas mikroorganisme dapat terhambat dengan konsentrasi garam yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Astuti, 2006), yang menyebutkan bahwa konsentrasi garam yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan bakteri.

Konsentrasi garam yang pekat dapat mengakibatkan tekanan osmotik pada sel mikroorganisme dengan menyerap ke luar air dari dalam sel dan menyebabkan sel kekurangan air dan mati. Beberapa jenis mikroorganisme dapat menyesuaikan diri dengan keadaan tersebut, yaitu adanya tekanan osmotik eksternal yang tinggi dan dalam beberapa hal tertentu keadaan semacam itu yang diinginkan. Beberapa jenis bakteri, khamir dan kapang dapat tahan dan tumbuh pada kadar garam yang tinggi yang disebut halofil atau dalam ligkungan halofilik. Jenis-jenis yang tahan tekanan osmotik ini dapat berperan nyata dalam pembusukan bahan pangan (Buckle. K. A., dkk. 2007).

### Respon Kimia

Hasil analisis respon kimia pada pikel lobak bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengeringan pada variasi konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap kadar air dan asam laktat yang diperoleh setelah pengeringan.

Tabel 7. Hasil analisis rata-rata kadar air pikel lobak setelah pengeringan.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lama fermentasi (Hari) | Kadar Air Konsentrasi 2,5% | Kadar Air Konsentrasi 5% | Kadar Air konsentrasi 7,5% |
| 0 | 61,83 | 61,41 | 59,80 |
| 6 | 79,34 | 64,35 | 55,79 |
| 12 | 71,02 | 53,57 | 52,44 |
| 18 | 78,96 | 68,41 | 62,54 |

x

Gambar 12. Kadar air pikel lobak kering.

Berdasarkan hasil analisis kadar air diperoleh data rata-rata kadar air paling rendah pada konsentrasi garam 7,5% , jika dibandingkan dengan kadar air pikel lobak pada konsentrasi garam 5% dan 2,5%. Kadar air terendah diperoleh pada konsentrasi garam 7,5% yang berkisar antara 59,80%-62,54%, jika dibandingkan dengan kadar air pikel lobak yang ada dipasaran yaitu 48,36% kadar air pikel lobak hasil analisis ini masih terbilang tinggi. Hal ini diduga karena faktor internal dan eksternal pada proses pengringan, metode pengeringan lama waktu pengeringan, dan konsentrasi garam yang digunakan. Sepeti yang disebutkan (Wirakartakusumah., A. Dkk. 1992) bahwa kadar air bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor internal dan eksternal yaitu :

Faktor internal

Sifat bahan

Sifat bahan yang dikeringkan (komposisi kimia dan struktur fisik) merupakan faktor utama yang mempengaruhi kecepatan pengeringan. Komposisi kimia dan struktur fisik bahan berpengaruh terhadap tekanan uap air dalam keseimbangan dan difusifitas air dalam bahan tersebut pada suhu tertentu.

Ukuran

Kecepatan pengeringan lempengan basah yang tipis berbanding terbalik dengan kuadrat kelembabanya, jadi jika potongan bahan pangan dengan tebal satu per tiga dari semula dikeringkan akan mengalami pengeringan yang sama dengan kecepatan 9 kali kecepatan asalnya. Ini terjadi pada kondisi dimana resistensi internal terhadap pergerakan air jauh lebih besar dari pada resistensi permukaan terhadap penguapan.

1. Unit pemuatan

Perbedaan rasio muatan dengan luas permukaan akan menurun selama pengeringan berlangsung karena penyusutan volume.

Faktor Eksternal

Depresi Bola Basah

Depresi bola basah, yaitu perbedaan suhu udara (suhu bola kering) dengan suhu bola basah, merupakan faktor eksternal paling penting dalam pengeringan. Jika depresi bola basah udara yang melewati bahan nol, berarti udara jenuh dan tidak akan terjadi pengeringan. Jika depresi bola basah besar, maka potensial pengeringan tinggi dan kecepatan pengeringan pada tahap awal maksimum

Suhu udara

Depresi bola basah dijaga konstan pada berbagai suhu bola basah, kecepatan pengeringan tahap awal hampir sama. Pada tahap selanjutnya kecepatan akan lebih tinggi pada suhu udara yang lebih tinggi karena pada kadar air yang terendah pengaruh penguapan terhadap pendinginan udara dapat diabaikan dan suhu bahan mendekati suhu udara. Distribusi air dalam bahan yang mempengaruhi kecepatan pengeringan pada tahap pengeringan pada tahap ini bertambahn cepat dengan meningkatnya suhu.

Kecepatan Aliran Udara

Laju pengeringa bahan seperti halnya pada penguapan dari penukaran air tergantung kecepatan udara yang melewati (kontak dengan) bahan. Pengaruh perbedaan kecepatan sangat nyata pada kecepatan udara beberapa ratus kaki per menit. Peningkatan kecepatan udara pada kisaran 1000 kaki per menit kecil sekali pengaruhnya terhadap laju pengeringan.

Lama waktu pengeringan dapat mempengaruhi kadar air, hal ini sesuai dengan pernyataan (Listiawati, S. 1994) bahwa ketersediaan massa air permukaan semakin sedikit, maka perubahan penurunan kadar air menjadi kecil, dengan demikian laju pengringan akan semakin menurun. Penurunan kadar air ini ditenukan juga oleh lama waktu pengeringan. Makin lama waktu pengeringan maka jumlah air dalam bahan juga semakin berkurang sehingga perubahan penurunan kadar air semakin menjadi kecil.

Konsentrasi garam berpengaruh terhadap kadar air pikel lobak setelah pengeringan. Hal ini sesuai dengan peryataan (Buckle. K. A., dkk. 2007), bahwa kadar garam atau larutan konsentrasi garam yang pekat akan mempengaruhi kelembaban dan mempengaruhi Aw pada bahan pangan.

Dalam hal ini larutan garam jauh lebih mempunyai keuntungan dalam mempertahankan suatu kelembaban yang konstan selama jumlah garam yang ada masih di atas tingkat kejenuhannya. Walaupun demikian, kemurnian garam, luas permukaan cairan dan volume larutan garam jenuh juga penting sekali jika pengukuran yang tepat dikehendaki (Buckle. K. A., dkk. 2007).

Tabel 8. Hasil analisis rata-rata kadar asam laktat pikel lobak setelah pengeringan.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lama fermentasi (Hari) | Konsentrasi 2,5% | Konsentrasi 5% | Konsentrasi 7,5% |
| Asam laktat (%) | Asam laktat (%) | Asam laktat (%) |
| 0 | 1,05 | 0,594 | 0,234 |
| 6 | 0,57 | 0,48 | 0,408 |
| 12 | 0,594 | 0,54 | 0,324 |
| 18 | 0,786 | 0,504 | 0,426 |

x

x

Gambar 13. Perbandingan asam laktat sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan.

Berdasarkan hasil analisis data rata-rata kadar asam laktat pikel lobak setelah pengeringan mengalami peningkatan. Hal ini tidak sesuai dengan hasil analisis kadar asam laktat pada produk pikel lobak yang sudah ada dipasaran yaitu sebesar 0,054%. Hal ini diduga karena pengaruh kadar air, kadar garam dan metode pengeringan yang digunakan berbeda. Pengeringan pikel lobak pada penelitian ini dilakukan dengan cara pendinginan dan pemanasan. Pengeringan cara dingin dilakukan pada suhu 15oC dalam lemari es selama 1 minggu. Pengeringan cara panas dilakukan pada suhu 70oC dalam tunnel drayer selama 12 jam. Diduga pada suhu tersebut tidak menguapkan asam laktat pada pikel melainkan hanya menguapkan sebagian air yang terkandung didalamnya.

Hal ini sesuai dengan peryataan S. Fardiaz, (1992), yang menyebutkan bahwa bakteri gram positif umumnya lebih tahan terhadap panas dibandingakan dengan bakteri gram negatif. Selain ketahanan panas yang berbeda diantara spesies mikroorganisme ketahanan panas juga dipengaruhi oleh berbagai parameter yang terdapat pada mikroorganisme maupun parameter lingkungan. Sebagai contoh bakteri dalam jumlah yang sama jika dipanaskan dalam larutan garam fisiologis dan didalam nutrien broth tidak akan mengalami destruksi panas dengan kecepatan yang sama (S., Fardiaz. 1992).

Ditambahkan oleh S., Fardiaz (1992), bahwa Faktor – faktor yang berpengaruh terhadap ketahanan panas suatu mikroorganisme adalah :

* + - 1. Jumlah sel mikroorganisme

Beberapa percobaan membuktikan bahwa semakin tinggi jumlah sel mikroorganisme semakin tinggi tingkat ketahanannya terhadap panas. Diduga peningkatan ketahanan panas dengan meningkatnya populasi sel adalah karena peluang untuk mendapatkan sel yang mempunyai ketahanan panas tinggi semakin besar dengan semakin banyaknya jumlah sel.

* + - 1. Umur sel

Sel mikroorganisme akan lebih tahan panas pada tahap pertumbuhannya mencapai fase statis, dimana sel-selnya merupakan sel yang paling tua dan yang paling sensitif pada saat sel mengalamifase logarotmik. Dan diduga bahwa semakin semakin berkurang aktivitas sel mikroorganisme, semakin meningkat ketahanan panasnya.

* + - 1. Suhu pertumbuhan

Ketahanan panas suatu mikroorganisme biasanya meningkat dengan semakin tingginya suhu inkubasi.

* + - 1. Air

Ketahanan panas suatu sel mikroorganisme meningkat dengan menurunnya kelembaban atau kandungan air.

* + - 1. Garam

Pengaruh garam terhadap ketahanan panas sel mikroorganisme sangat bervariasi tergantung dari jenis garam, konsentrasi, spesies mikroorganisme, dan faktor – faktor lainnya. Mekanismenya dimana beberapa garam bersifat menurunkan aktivitas air sehingga dapat meningkatkan ketahanan panas sel dengan mekanisme yang sama seperti pengeringan, sedangkan garam – garam lainnya seperti kalsium dan magnesium dapat menyebabkan peningkatan aktivitas air sehingga mengakibatkan penurunan ketahanan sel terhadap panas ( Jay, 1987 dalam Fardiaz, S 1992).

Warna pikel lobak setelah dikeringkan mengalami perubahan menjadi warna kecoklatan, hal ini disebabkan karena Reaksi Maillard yaitu reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amin bebas dari asam amino atau protein. Reaksi ini banyak terjadi pada produk pangan yang biasa dikonsumsi sehari-hari. Reaksi Maillard dalam makanan dapat berfungsi untuk menghasilkan flavor dan aroma, dapat menyebabkan kehilangan ketersediaan asam amino, kehilangan nilai gizi, pembentukan antinutrisi, pembentukan komponen toksik dan komponen mutagenik. Faktor - faktor yang mempengaruhi reaksi Maillard, yaitu jenis gula, tingkat keasaman (pH), serta penggunaan natriurn rnetabisulfit sebagai zat anti-browning dalam menghambat reaksi Maillard. Reaksi Maillard dipengaruhi oleh jenis gula. Pada glukosa, semakin lama sampel dipanaskan maka akan semakin tinggi absorbansinya dun semakin pekat warna coklatnya, sedangkan pada sukrosa tidak terjadi perubahan absorbansi yang signifikan. Hal ini dikarenakan glukosa merupakan gula pereduksi. Semakin tinggi pH, maka reaksi Maillard akan semakin intensif; karena reaksi Maillard yang terjadi optimum pada kondisi basa.

**V KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dan saran pembuatan pikel lobak (*Rhapanus sativus L*) yang telah dilakukan selama fermentasi 18 hari dapat dilihat dibawah ini.

**5.1. Kesimpulan**

Hasil penelitian pikel lobak dengan menggunakan konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap lama fermentasi 6, 12 dan 18 hari dapat disimpulkan :

Lobak sebagai bahan baku mengandung kadar air sebanyak 94,74%, kadar asam laktat 0,072%, dan kadar gula total 1,6%.

Konsentrasi garam 2,5% selama fermentasi mempengaruhi laju asam laktat. Konsentrasi garam 2,5% menghasilkan kadar asam laktat 0,546% dengan pH 3,19. Konsentrasi garam 5% menghasilkan kadar asam laktat 0,366 dengan pH 3,37. Konsetrasi garam 7,5% menghasilkan kadar asam laktat 0,318% dengan pH 4,11.

Lama fermentasi berpengaruh terhadap pembentukan laju asam laktat. Peningkatan kadar asam laktat tejadi sampai hari ke-12 dan mengalami penurunan mulai hari ke-13 sampai hari ke-18. Sampel dengan konsentrasi garam 2,5% menghasilkan kadar asam laktat sebesar 0,546% dan pada hari ke-18 sebesar 0,234%. Sampel dengan konsentrasi garam 5% menghasilkan kadar asam laktat pada hari ke-12 sebesar 0,366% dan dihari hari ke-18 sebesar 0,174%. Sampel dengan konsentrasi garam 7,5% menghasilkan kadar asam laktat pada hari ke-12 sebesar 0,316% dan di hari ke-18 sebesar 0,162%.

Total bakteri tertinggi diperoleh pada sampel dengan konsentrasi garam 2,5% yang difermentasi selama 18 hari yaitu 2,35 x 104.

Kadar air terendah setelah pengeringan dihasilkan oleh sampel dengan konsentrasi garam 7,5% yaitu 0,234%.

## 5.2. Saran

Saran dari penelitian pikel lobak dengan menggunakan konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap lama fermentasi 6, 12 dan 18 hari perlu adanya perlakuan tambahan agar asam laktat yang dihasilkan lebih tinggi.

# DAFTAR PUSTAKA

Afrianti, L.H. 2013. **Teknologi Pengawetan Pangan.** Edisi kedua. Cv. Alfabeta. Bandung.

Aharon, B. A. 2015. **Khasiat lobak putih dan kandungan gizi.** [http://www.khasiat.co.id/2015/09/17-khasiat-lobak-putih-bagi-kesehatan-dan-kandungan-gizinya.html. Diakses 12 Maret 2016](http://www.khasiat.co.id/2015/09/17-khasiat-lobak-putih-bagi-kesehatan-dan-kandungan-gizinya.html.%20Diakses%2012%20Maret%202016).

AOAC. 2005. **Official Methods Of Analysis. Association Of Official Analiytical Chemists.** Benjamin Franklin Station, Washington.

Asgar, A. dan D. Musaddad. 2007. **Pengaruh Media, Suhu, dan Lama Blanching Sebelum Pengeringan Terhadap Mutu Lobak Kering**. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Jl. Tangkuban Perahu No. 517. J.Hort, 18(1): 87-94, 2008.

Astuti, S. 2006. **Teknik Pelaksanaan Percobaan Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Blanching Terhadap Mutu Acar Buncis**. Teknisi Litkayasa Balai Penelitian Tanaman Dan Sayuran. Buletin Teknik Pertanian Vol. 11 No.2, 2006. BALITSA Bandung.

Azurama. 2012. **Karbohidrat.** <https://azurama.wordpress.com/all-about-nurse/ilmu-gizi/karbohidrat/>. Diakses : 1 oktober 2016.

Buckle, K. A., dkk. 2007. **Ilmu Pangan.** Edisi keempat. Jakarta : Universitas indonesia (UI-PRESS) edisi terjemah.

Catrien. dkk. 2008. **Reaksi mailalard pada produk pangan**. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/32771>. Diakses : 10 November 2016.

Dini, N. S. 2014. **Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme pada pembuatan pikel pepaya.** <https://sitiandininurfahmi.wordpress.com/2014/11/23/faktor-faktor-yang-mempengaruhi-pertumbuhan-mo-pada-pembuatan-pikel-pepaya/>. Diakses 12 Maret 2016.

Fardiaz, S. 1992. **Mikrobiologi Pangan. PT. Gramedia Pustaka Utama.** Edisi pertama. Jakarta.

Fatonah, S., dkk. 2009. **Pengaruh Konsentrasi Garam dan Penambahan Sumber Karbohidrat Terhadap Mutu Organoleptik Produk Sawi Asin.** *Skripsi S1* , Bogor : Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.

Fitriani, S., Akhyar, A. dan Widiastuti. 2013. **Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu manisa jahe (Zingber Officinale Rosc).** <http://respon.usu.ac.id/bitstream/123456789/32821/4/Chapter%20II.pdf>. Diakses: 14 maret 2016.

Joshi, V. K. dan Sharma, S. 2008. **Lactid Acid Fermentation of radish for shelf-stability and pickling.** Departement Of Postharvest Technology. Vol. 8(1). 2009,pp.19-24.

Karly, Y. 2015. **Seputar Lobak.**http://griyahidroponikku.blogspt.co.id. Diakses 12 Maret 2016.

Kurnia, S. I. 1992. **Pengaruh Penambahan Kultur Bkteri dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Pikel Jahe.** *Skripsi S1* , Bogor : Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.

Listiawati, S. 1994. **Mempelajari Karakteristik Pengeringan Lobak *(RAPHANUS SATIVUS L. VAR. HORTENSIS BACK)***. *Skripsi S1* , Bogor : Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.

Mayasari. 2015. **Asam Laktat.**[http://www.academia.edu/8117535/Asam\_laktat. Diakses 27 Mei 2016](http://www.academia.edu/8117535/Asam_laktat.%20Diakses%2027%20Mei%202016).

Muchtadi, T.R. dan Ayustaningwarno, F. 2010. **Teknologi Proses Pengolahan Pangan.** Edisi kedua. Cv. Alfabeta Bandung.

Natalianingsih. 2015. **Pengaruh Konsentarsi Gula dan Garam dalam pengolahan Pikel Bungan Pisang Ambon (*Musa Paradisiaca L).***<https://www.google.com.pengaruh> konsentrasi garam terhadap karakteristik pikel pisang ambon. Diakses 15 Maret 2016.

Nur, B. V. dan Estu, R. 1995. **Wortel dan Lobak**. Penebar Swadaya Bogor.

Nurdjanah, S. dan Yuliani, N. 2009. **Sensori Pikel Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L)* Yang Difermentasi Spontan pada Berbagai Tingkat Konsentrasi Garam.** Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Vol. 14, No.2 . Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Poedjiadi, A. 2005. **Dasar-dasar Biokimia Pangan.** Edisi pertama. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-PRESS).

Raharjo, S. 2009. **Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran dan Buah-buahan**. Edisi pertama. Graha ilmu. Yogyakarta

Rahmat, R. 1997. **Bertanam Lobak.** http://ebooks.google.co.id. taksonomi tanaman lobak. Diakses 12 Maret 2016.

Sari, R. A. 2015. **Metode Elongasi dan Kuat Tarik.**[http://e-journal.uajy.ac.id/7905/7/BL601186.pdf. Diakses 27 Mei 2016](http://e-journal.uajy.ac.id/7905/7/BL601186.pdf.%20Diakses%2027%20Mei%202016).

Sarti, D. 2009. “**efektivitas sari umbi lobak putih (*Raphanus sativus L)* terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara in vitro”.** http://digilib.unimus.ac.id. Diakses 12 Maret 2016.

Shanty. 2014. **Tentang Lobak.** <http://shanty.staff.ub.ac.id/2014/03/26/tentang-lobak/>. Diakses 12 Maret 2016.

Soekarto, T. S. 1985. ***Penilaian Organoleptik*.** Jakarta : Bharata Karya Aksara.

Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2010. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Yogyakarta

.

Suryani, A., Hambali, E., dan Sutanto, I. A. 2004. **Membuat Aneka Pikel.** Penebar Swadaya Bogor.

Tjahjadi. 2011. **Teknologi Pengolahan Sayur Vol.2.** Widya padjajaran.

Winarno, F. G.1992.**Kimia Pangan dan Gizi**. Edisi pertama. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Wirakartakusumah, M.A., K. Abdullah, A.M. Syarief. 1992. **Peralatan dan Unit Operasi Industri Pangan.** Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB.

Zansuck. 2014. **Sawi-tiram-tanah-bahan**. [www.slideshare.net/zansuck/sawi](http://www.slideshare.net/zansuck/sawi). Diakses : 12 september 2016.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Pengujian Kadar air metode gravimetri

Prinsip : Berdasarkan penguapan air yang ada dalam bahan oleh panas pada suhu 102oC – 105oC. Kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang menandakan semua air sudah diuapkan.

Kaca arloji dipanaskan dalam oven pada suhu 105oC selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama ± 15 menit, lalu ditimbang dan dilakuakn berulang-ulang sehingga didapat bobot tetap (Wo). Kemudian ditimbang 1-2 g sampel yang telah dihaluskan, dan diletakan pada kaca arloji (W1) kemudian dimasukan ke dalam oven dengan suhu 105oC selama 2 jam, lalu didinginkan dalam eksikator selama ± 15 menit, kemudian ditimbang (W2). Selisih awal dan akhir pemanasan merupakan kadar air yang terdapat dalam bahan tersebut.

Perhitungan :

Kadar air =$ \frac{w1-w2}{w1-w0 } x 100\%$

## Lampiran 2. Pengujian Kadar Asam Laktat MetodeTitrasi

Prinsip: Berdasarkan jumlah NaOH yang tertitrasi oleh larutan sampel.

1. Peralatan: Buret, pipet tetes dan labu Erlenmeyer.
2. Pereaksi: Indikator Phenopthalin (PP) dan larutan NaOH 0,1 N.
3. Prosedur Kerja:

5 g sampel ditimbang dan dihaluskan kemudian dilarutkan dalam akuades sebanyak 50 ml . Kemudian 2 tetes indicator PP ditambahkan kedalamnya dan ditirtasi dengan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda.

Catatan: 1 mL NaOH 0,1 N samadengan 9 mg asamlaktat.

Perhitungan: Asamlaktat = $\frac{V x 9}{W}$

 Keterangan: W = bobotcuplikan

 V = volume larutanNaOH (mL)

## Lampiran 3.Analisis Kadar Gula Metode Luff Schoorl (AOAC, 1995)

Sampel yang dihaluskan, ditimbang sebanyak 2 g. Kemudian dilarutkan pada labu 100ml dan ditanda bataskan dengan aquadest dan namakan larutan ini sebagai larutan A.

Sebelum Inversi : Dipipet 10ml larutan dari labu A ke erlenmeyer, ditambahkan 15ml aquadest dan 10ml larutan Luff Schoorl. Kemudian direfluks selama 10 menit pada kondensor.Setelah itu didinginkan dengan air mengalir, ditambahkan 10ml H­2SO4 dan 1 gram KI padat. Kemudian dititrasi dengan larutan baku Na2S2O3 hingga terbentuk TET (Titik Ekuivalen Titrasi) berwarna kuning jerami yang kemudian ditambahkan 1 ml amilum dan dititrasdi kembali hingga TAT berwarna biru hilang.

Sesudah Inversi : Dipipet 10ml larutan dari labu A ke dalam erlenmeyer, ditambahkan 15ml aquadest dan 10ml HCl 9,5N. Kemudian direfluks selama 15 menit dan didinginkan dengan air mengalir.Setelah itu, ditambahkan 2 tetes PP dan NaOH 30% hingga merah muda (netral).Jika kelebihan basa, tambahkan HCl 9,5N.Kemudian larutan dipindahkan kelabu takar 100ml dan ditandabataskan dengan aquadest. Larutan ini dinamakan larutan B. Dipipet 10ml dari labu B ditambahkan 15ml aquadest dan 10ml larutan *Luff Schoorl*. Kemudian direfluks selama 10 menit pada kondensor.Setelah itu didinginkan dengan air mengalir, ditambahkan 10ml H­2SO4 dan 1 gram KI padat. Kemudian dititrasi dengan larutan baku Na2S2O3 hingga terbentuk TET (Titik Ekuivalen Titrasi) berwarna kuning jerami yang kemudian ditambahkan 1 ml amilum dan dititrasdi kembali hingga TAT berwarna biru hilang.

Perhitungan :

|  |
| --- |
| mL Na2S2O3 = (Vb – Vs) N. Na2S2O3 0,1Kadar gula sebelum inversi = (mg gula (tabel) x Fp x 100% Ws x 1000Kadar gula sebelum inversi I = (mg gula (tabel) x Fp x 100% Ws x 1000Kadar disakarida (sukrosa) = [% gula setelah inversi - % gula sebelum inversi] x 0,95]Kadar gula total = % gula sebelum inversi + kadar sukrosa |

## Lampiran 4. Analisis Respon pH

Prinsip : Berdasarka pada sensor probe berupa elektrode kaca (glass electrode) dengan jalan mengukur jumlah ion H3O+ di dalam larutan.

Celupkan elektroda kedalam larutan buffer pH, keringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling, celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap, Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

## Lampiran 5. Analisis Respon Mikrobiologi Metode cara *TPC (Total Plate Counts).*

Prinsip dari metode TPC adalah jika sel jasad renik yang masih hidup di tumbuhkan pada medium agar, maka sel jasad renik tersebut akan berkembang biak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung dan di hitung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop.

Prosedur Pengerjaanya :

Dalam metode hitungan cawan, bahan pangan yang di perkirakan mengandung lebih dari 300 sel jasad renik per ml atau per gram atau per cm , memerlukan perlakuan pengenceran sebelum ditumbuhkan pada medium agar di dalam cawan petri. Setelah inkubasi akan terbentuk koloni pada cawan tersebut dalam jumlah yang dapat dihitung. Larutan yang digunakan untuk pengenceran Air steril. Dari pengenceran yang dikehendaki dimasukan ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan agar cair yang telah didinginkan (45-47OC) sebanyak 15-20 ml dan digoyangkan supaya menyebar rata.

Perhitungan :

Koloni/ml atau per gram = Jumlah Koloni per cawan X $\frac{1}{FaktorPengenceran}$

## Lampiran 6. Perhitungan rendemen

1. Rendemen berdasarkan bahan yang terpakai

= $\frac{bahan awal-bahan yang dibuang}{bahan awal } x 100\%$

= $\frac{219,5-68,5 g}{219,5 } x 100\%=68,79\%$

1. Rendemen berdasarkan produk pikel konsentrasi 2,5%

=$\frac{hasil fermentasi}{bahan awal } x 100\%$

= $\frac{235,26 g}{250 } x 100\%=94,104\%$

1. Rendemen berdasarkan produk pikel konsentrasi 5%

= $\frac{hasil fermentasi}{bahan awal } x 100\%$

= $\frac{229 g}{250 } x 100\%=91,6\%$

1. Rendemen berdasarkan produk pikel konsentrasi 7,5%

= $\frac{hasil fermentasi}{bahan awal } x 100\%$

= $\frac{241,33g}{250 } x 100\%=96,53\%$

1. Rendemen berdasarkan produk pikel kering konsentrasi garam 2,5%

= $\frac{hasil pikel kering}{bahan awal } x 100\%$

= $\frac{53,67 g}{250 } x 100\%=21,47 \%$

1. Rendemen berdasarkan produk seluruh bahan baku

= $\frac{bahan awal-bahan yang terpakai }{bahan awal+garam } x 100\% $=$\frac{291,5-151}{243,75+6,25 } x 100\%$ =56,2%

## Lampiran 7. Perhitungan hasil analisis bahan baku.

1. Kadar air lobak

 W0 = 29,91 g

Ws = 2,00 g

W2 = 30,03 g

W1 = W0 + Ws

 = 29,91 g + 2,00 g

 = 31, 9 g

Kadar air = $\frac{W1-W2}{W1-W0}x 100\%$

 =$\frac{31, 98 g-30,00 g}{31, 98 g-29,89 g}x 100\%$

 = 94,74 %

1. Kadar asam laktat lobak

V1 = 0,5 ml

V2 = 0,3 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{0,5 ml +0,3 ml }{2}=0,4 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(0,4 ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,072 %

1. Kadar gula total

>Larutan Blanko = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{12,1 ml +11,9 ml }{2}=12 ml$

>Sebelum inversi

V1 = 11,5ml

V2 = 11,7 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{011,5 ml +11,7 ml }{2}=11,6 ml$

mlNa2S2O3 = $\frac{\left(Vb x Vs\right)Na2S2O3}{0,1 }$

 = $\frac{\left(12 ml x 11,6\right) 0,1}{0,1 }$

 = 0,4 ml

Tabel :

(a) 0 (d) 0

(b) 0,4 (x) ?

(c) 1 (e) 2,4

X = d + $\frac{b-a }{c-a}x (e-d ) $

 = 0 + $\frac{0,4-0}{1-0 }x \left(2,4-0 \right)$= 0,96 mg gula

>Kadar gula sebelum inversi = $\frac{mg gula x FP }{Wsx 1000 }x 100\%$

 = $\frac{0,96 x (100/10) }{2 x 1000 } x 100$ %

 = 0,48 %

>Setelah inversi

V1 = 11,8 ml

V2 = 12 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{011,8 ml +12 ml }{2}=11,9 ml$

mlNa2S2O3 = $\frac{\left(Vb x Vs\right)Na2S2O3}{0,1 }$

 = $\frac{\left(12 ml x 11,9\right) 0,1}{0,1 }$= 0,1 ml

Tabel :

(a) 0 (d) 0

(b) 0,1 (x) ?

(c) 1 (e) 2,4

X = d + $\frac{b-a }{c-a}x (e-d ) $

 = 0 + $\frac{0,1-0}{1-0 }x (2,4-0 )$= 0,24 mg gula

>Kadar gula sebelum inversi = $\frac{mg gula x FP x10}{Wsx 1000 }x 100\%$

 = $\frac{0,24 x \left(\frac{100}{10}\right)x10 }{2 x 1000 } x 100$ %

 = 1,2 %

>Kadar sukrosa = ( % gula setelah Inversi - % gula sebelum inversi ) x 0,95

 = (1,2% - 0,48%) x 0,95

 = 0,684%

>Kadar gula total = % gula sebelum inversi + kadar sukrosa

 = 0,48% + 0,684%

 = 1,164 % ͠ 1,2 %

## Lampiran 8. Hasil Analisis penelitian utama pikel lobak ulangan 1,2, dan 3.

Tabel 9. Hasil Analisis asam laktat dan pH pikel Lobak Ulangan 1,2, dan 3 konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Hari  | Konsentrasi garam | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 |
| pH | As. Laktat | pH | As. Laktat | pH | As. Laktat |
| 0 | 2,5% | 6 | 0,081 | 6 | 0,09 | 6 | 0,09 |
| 5% | 6 | 0,063 | 6 | 0,063 | 6 | 0,108 |
| 7,5% | 6 | 0,072 | 6 | 0,072 | 6 | 0,036 |
| 6 | 2,5% | 3,22 | 0,36 | 3,45 | 0,252 | 3,93 | 0,396 |
| 5% | 3,45 | 0,252 | 3,61 | 0,162 | 3,89 | 0,234 |
| 7,5% | 3,61 | 0,144 | 3,64 | 0,144 | 5,25 | 0,144 |
| 12 | 2,5% | 3,13 | 0,594 | 3,16 | 0,486 | 3,29 | 0,558 |
| 5% | 3,36 | 0,432 | 3,38 | 0,306 | 3,38 | 0,396 |
| 7,5% | 4,29 | 0,306 | 3,92 | 0,27 | 4,12 | 0,342 |
| 18 | 2,5% | 4,0 | 0,198 | 4,0 | 0,234 | 3,61 | 0,27 |
| 5% | 4,0 | 0,18 | 4,5 | 0,144 | 3,37 | 0,198 |
| 7,5% | 5,0 | 0,198 | 5,0 | 0,126 | 4,12 | 0,162 |

Contoh perhitungan asam laktat :

Perhitungan asam laktat konsentrasi 2,5% hari ke-0 ulangan 1

Dik : V1 = 0,5 ml

V2 = 0,4 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{0,5 ml +0,3 ml }{2}=0,45 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(0,45ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,081 %

Perhitungan kadar asam laktat konsentrasi 5% hari ke-0 ulangan 1

Dik : V1 = 0,3 ml

V2 = 0,4 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{0,3 ml +0,4 ml }{2}=0,35 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(0,35ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,036 %

Perhitungan kadar asam laktat 7,5% hari ke-0 ulangan 1

Dik : V1 = 0,5 ml

V2 = 0,3 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{0,5 ml +0,3 ml }{2}=0,4ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(0,4ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \% $= 0,072 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-6 konsentrasi 2,5% ulangan 1

Dik : V1 = 1,9 ml

V2 = 2,1 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{1,9 ml +2,1 ml }{2}=2 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(2 ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,36 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-6 konsentrasi 5% ulangan 1

Dik : V1 = 1,3 ml

V2 = 1,5 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{1,3 ml +1,5 ml }{2}=1,4 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(1,4ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,252 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-6 konsentrasi 7,5%

Dik : V1 = 0,8 ml

V2 = 0,8 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{0,8 ml +0,8 ml }{2}=0,8 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(0,8ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,144 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-12 konsentrasi 2,5%

Dik : V1 = 3,4 ml

V2 = 3,2 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{3,4 ml +3,2 ml }{2}=3,3 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(3,3 ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \% $= 0,594 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-12 konsentrsi 5%

Dik : V1 = 2,5 ml

V2 = 2,3 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{2,5 ml +2,3 ml }{2}=2,4 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(2,4ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,432 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-12 konsentrasi 7,5%

Dik : V1 = 1,6 ml

V2 = 1,8 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{1,6 ml +1,8 ml }{2}=1,7 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(1,7ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,306 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-18 konsentrasi 2,5%

Dik : V1 = 1,1 ml

V2 = 1 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{1,1 ml +1 ml }{2}=1,1 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(1,1ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \% $= 0,198 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-18 konsentrasi 5%

Dik : V1 = 0,9 ml

V2 = 1,1 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{0,9 ml +1,1 ml }{2}=1 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(1ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$

 = 0,18 %

1. Perhitungan asam laktat hari ke-18 konsentrasi 7,5%

Dik : V1 = 1,1 ml

V2 = 1 ml

Vrata – rata = $\frac{V1+V2}{2}= \frac{1,1 ml +1 ml }{2}=1 ml$

% asam laktat = $\frac{\left(V x N\right) Naoh x BE asam laktat }{Wsx 1000 }x 100 \%$

 = $\frac{\left(1ml x 0,1 \right) Naoh x 90 }{5 x 1000 }x 100 \%$= 0,198 %

Tabel 10. Laju pertumbuhan mikroba dan waktu generasi mikroba pada konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5%.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Konsentrasi garam 2,5% | Konsentrasi garam 5% | Konsentrasi garam 7,5% |
| Laju pertumbuhan(µ) | Waktu generasi(g) | Laju pertumbuhan(µ) | Waktu generasi(g) | Laju pertumbuhan(µ) | Waktu generasi(g) |
| 0,00211 | 474,934 | 0,0024525 | 407,747 | 0,002951 | 337,781 |
| 0,012 | 83,334 | 0,0016857 | 593,225 | 0,001024 | 976,562 |
| 0,0005891 | 1697,509 | 0,0005401 | 1851,509 | 0,0005126 | 1950,839 |

Keterangan : 1. µ = generasi/jam , 2. g = jam /generasi

Contoh perhitungan :

Keterngan :

- 1 hari = 24 jam

* Dimana μ = laju pertumbuhan
1. μ=((log Xt - log Xo)/0,301 x t)

μ= ((log 1790-log 1450)/0,301x144 jam

μ= (0,0915)/(0,301x144 jam)

μ= 0,00211 generasi/jam.

Karena μ = 1/g; maka g = 1/μ

Maka :

 g = 1/0,00211

 = 0,0120 jam/generasi

## Lampiran 9. Hasil analisis respon Mikrobiologi

Tabel 11. Hasil analisis total mikroba dengan metode TPC (*Total plate count*) ulangan 1,2, dan 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Hari | Konsentrasi |  |  |  |
| Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 |
| 0 |  | 1,45 x 103 | 1,55 x 103 | 1,35 x 103 |
| 6 |  | 1,72 x 103 | 1,87 x 103 | 1,79 x 103 |
| 12 | 2,5% | 1,98 x 104 | 1,98 x 104 | 1,95 x 104 |
| 18 |  | 2,16 x 104 | 2,54 x 104 | 2,35 x 104 |
| 0 |  | 1,37 x 103 | 1,40 x 103 | 1,34 x 103 |
| 6 |  | 1,87 x 103 | 1,63 x 103 | 1,75 x 103 |
| 12 | 5% | 2,27 x 103 | 2,72 x 103 | 2,27 x 103 |
| 18 |  | 2,83 x 103 | 2,92x 103 | 2,90 x 103 |
| 0 |  | 1,28 x 103 | 1,28 x 103 | 1,28 x 103 |
| 6 |  | 1,86 x 103 | 1,58 x 103 | 1,72 x 103 |
| 12 | 7,5% |  2,04 x 103 | 2,24 x 103 | 2,04 x 103 |
| 18 |  | 2,48 x 103 | 2,44 x 103 | 2,46 x 103 |

Lampiran 10. Hasil rata-rata analisis respon Mikrobiologi, pH, dan Asam laktat.

Tabel 12.Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat pikel lobak 2,5%.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hari | Ph | Total bakteri | As. Laktat |
| 0 | 6 | 1,45 x 103 | 0,087 |
| 6 | 3,53 | 1,79 x 103 | 0,336 |
| 12 | 3,19 | 1,97 x 104 | 0,546 |
| 18 | 3,87 | 2,35 x 104 | 0,234 |

Tabel 13. Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat pikel pikel lobak 5%.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hari | Ph | Total bakteri | As. Laktat |
| 0 | 6 | 1,37 x 103 | 0,078 |
| 6 | 3,65 | 1,75 x 103 | 0,216 |
| 12 | 3,37 | 2,45 x 103 | 0,366 |
| 18 | 3,95 | 2,88 x 103 | 0,174 |

Tabel 14. Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat pikel lobak 7,5%.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hari | Ph | Total bakteri | As. Laktat |
| 0 | 6 | 1,28 x 103 | 0,06 |
| 6 | 4,16 | 1,72 x 103 | 0,144 |
| 12 | 4,11 | 2,11 x 103 | 0,318 |
| 18 | 4,7 | 2,46 x 103 | 0,162 |

Contoh perhitungan TPC

Ketentuan :

1. Jika ∑ koloni ≤ 300, maka ambil yang paling pekat
2. Jika 30 < ∑ koloni < 300, maka gunakan rumus :

A = $\frac{\frac{∑koloni}{pengenceran terbesar} }{\frac{∑koloni}{pengenceran terkecil}}$

Jika A > 2, maka ambil yang paling pekat

Jika A < 2, maka ambil rata-rata

1. Jika ∑koloni ≥ 300, maka ambil yang paling encer

Rumus umum : Cfu/g = $\frac{∑koloni}{pengenceran }$

1. Perhitungan TPC konsentrasi garam 2,5% di hari ke-0 ulangan 1.

Dik :

Tabel 15. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-0.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Pengenceran** |  |
| **10-1** | **10-2** | **10-3** |
| 145 | 65 | 19 |

Perhitungan :

A = $\frac{19000}{6500}$ = 2,92

A = $\frac{6500}{1450}$ = 4,48

A >2, maka ambil yang paling pekat

Cfu/g = 145/ 10-1 = 1,45 x 103

1. Perhitungan TPC konsentrasi garam 2,5% di hari ke-6 ulangan 1.

Dik :

Tabel 16. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-6.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Pengenceran** |  |
| **10-1** | **10-2** | **10-3** |
| 172 | 65 | 22 |

Perhitungan :

A = $\frac{22000}{6500}$ = 3,38

A = $\frac{6500}{1720}$ = 3,78

A >2, maka ambil yang paling pekat

Cfu/g = 172/ 10-1 = 1,72 x 103

1. Perhitungan TPC konsentrasi garam 2,5% di hari ke-12 ulangan 1.

Dik :

Tabel 17. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-12.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Pengenceran** |  |
| **10-1** | **10-2** | **10-3** |
| TBUD | 198 | 38 |

Perhitungan :

A = $\frac{38000}{19800}$ = 1,91 =2

A >2, maka ambil yang paling pekat

Cfu/g = 198/ 10-2 = 1,98 x 104

1. Perhitungan TPC konsentrasi garam 2,5% di hari ke-18 ulangan 1.

Dik :

Tabel 18. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-18.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Pengenceran** |  |
| **10-1** | **10-2** | **10-3** |
| TBUD | 216 | 69 |

Perhitungan :

A = $\frac{69000}{21600}$ = 3,19

A >2, maka ambil yang paling pekat

Cfu/g = 216/ 10-2 = 2,16 x 104

## Lampiran 11. Hasil analisis respon kimia

Tabel 19. Hasil analisis kadar air dan kadar asam laktat pikel lobak setelah pengeringan pada ulangan 1,2, dan 3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hari | U1 | U2 | U3 |
| Kadar air (%) | Kadar As. Laktat  | Kadar air (%) | Kadar As. Laktat | Kadar air (%) | Kadar As. Laktat |
| 0 |  | 62,04 | 1,026 | 61,53 | 1,062 | 61,92 | 1,062 |
| 6 |  | 80,39 | 0,504 | 79,21 | 0,558 | 78,43 | 0,648 |
| 12 | 2,5% | 71,15 | 0,594 | 70,77 | 0,63 | 71,15 | 0,558 |
| 18 |  | 82,00 | 0,792 | 80,39 | 0,81 | 74,50 | 0,756 |
| 0 |  | 60,66 | 0,558 | 61,11 | 0,594 | 63,46 | 0,63 |
| 6 |  | 79,61 | 0,468 | 51,92 | 0,468 | 61,53 | 0,504 |
| 12 | 5% | 52,38 | 0,576 | 51,92 | 0,54 | 57,42 | 0,504 |
| 18 |  | 77,06 | 0,468 | 75,24 | 0,504 | 52,94 | 0,54 |
| 0 |  | 59,05 | 0,18 | 60,00 | 0,216 | 60,37 | 0,306 |
| 6 |  | 58,05 | 0,432 | 57,42 | 0,432 | 51,92 | 0,36 |
| 12 | 7,5% | 50,98 | 0,27 | 52,94 | 0,324 | 53,39 | 0,378 |
| 18 |  | 76,85 | 0,414 | 57,94 | 0,45 | 52,84 | 0,414 |

Lampiran 12. Hasil rata-rata analisis Kadar air dan Kadar asam laktat pikel lobak kering

Tabel 20. Hasil analisis rata-rata kadar air pikel lobak setelah pengeringan.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lama fermentasi (Hari) | Konsentrasi 2,5% | Konsentrasi 5% | Konsentrasi 7,5% |
| Kadar air (%) | Asam laktat (%) | Kadar air (%) | Asam laktat (%) | Kadar air (%) | Asam laktat (%) |
| 0 | 61,83 | 1,05 | 61,41 | 0,594 | 59,80 | 0,234 |
| 6 | 79,34 | 0,57 | 64,35 | 0,48 | 55,79 | 0,408 |
| 12 | 71,02 | 0,594 | 53,57 | 0,54 | 52,44 | 0,324 |
| 18 | 78,96 | 0,786 | 68,41 | 0,504 | 62,54 | 0,426 |

Contoh perhitungan kadar air pikel lobak :

1. Konsentrasi garam 2,5% hari ke-0

Dik : ws : 0,540

W2 : 0,205

% kadar air : $\frac{ws-W2}{Ws}$ = $\frac{0,540-0,205}{0,540}$ = 62,04%

1. Konsentrasi garam 2,5% hari ke-6

Dik : ws : 0,510

W2 : 0,100

% kadar air : $\frac{ws-W2}{Ws}$ = $\frac{0,510-0,100}{0,510}$ = 80,39%

1. Konsentrasi garam 2,5% hari ke-12

Dik : ws : 0,520

W2 : 0,150

% kadar air : $\frac{ws-W2}{Ws}$ = $\frac{0,520-0,150}{0,520}$ = 71,15%

1. Konsentrasi garam 2,5% hari ke-18

Dik : ws : 0,505

W2 : 0,090

% kadar air : $\frac{ws-W2}{Ws}$ = $\frac{0,505-0,090}{0,505}$ = 82,00%

Lampiran 13. Keperluan Bahan Baku

1. Formulasi

Formulasi I: Basis 250

Konsentrasi Garam 2,5%

* Garam = $\frac{2,5\%}{100}x 250=6,25g$
* Lobak = $\frac{97,5\%}{100}x 250=243,75 g$

Fomulasi II: Basis 250

 Konsentrasi Garam 5 %

* Garam = $\frac{5\%}{100}x 250=12,5g$
* Lobak = $\frac{95\%}{100}x 250=237,5 g$

Fomulasi II: Basis 250

 Konsentrasi Garam 7,5 %

* Garam = $\frac{7,5 \%}{100}x 250=18,75 g$
* Lobak = $\frac{92,5 \%}{100}x 250= 231,25 g$
1. Kebutuhan analisis bahan baku

Tabel 21. Kebutuhan untuk Analisis Bahan Baku Penelitian Pendahuluan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bahan** | **Analisis** | **Gram** | **Harga (Rp)** |
| Lobak | Asam Laktat | 10 g | Rp. 15.000,-  |
| Lobak | Gula | 5 g | Rp. 45.000,- |
| Lobak | Air | 10 g | Rp. 10.000,- |
|  | **Total** | **25 g** | **Rp. 70.000,-**  |

Tabel 22. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bahan** | **Gram** | **Jumlah**  | **Harga** |
| Lobak untuk |  | 6365,25 g | Rp. 6.000,-/kg x 27 kg = Rp. 162.000 |
| Formulasi I | 243,75g x 36 = 8775 g |
| Formulasi II | 237,5g x 36 = 9846 g |
| Formulasi III | 225 g x 36 = 8100 g |
| Garam |  | 1575 g | Rp. 1.500,-/kg |
| Formulasi I | 6,25 g x 36 = 225 g  |
| Formulasi II | 12,5g x 36 = 450 g |
| Formulasi III | 25g x 36 = 900 g |
| **Total**  |  | **6,8 kg** | **Rp. 163.500,-**  |

Tabel 23. Kebutuhan Bahan Baku untuk Analisis Respon

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bahan**  | **Analisis**  | **Gram**  | **Total kebutuhan**  | **Harga**  | **Total**  |
| Lobak  | Asam Laktat  | 5 g x 90 sampel  | 450 g | Rp. 15.000 x 90 | Rp. 1.350.000,- |
| Lobak  | TPC  | 5 g x 90 sampel | 450 g | Rp. 40.000 x 90 | Rp. 3.600.000,- |
| Lobak  | Kuat Tarik | 2 g x 1 sampel  | 2 | Rp. 300.000 x 1 | Rp. 100.000,- |
|  | **Total**  |  | **287 g** |  | **Rp. 5.050.000,-** |

Tabel 24. Jumlah Anggaran Penelitian

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Kebutuhan** | **Total Harga** |
|  | Analisis Bahan Baku | Rp. 70.000,- |
|  | Kebutuhan Bahan Baku dan Penunjang | Rp. 163.500,- |
|  | Analisis Respon | Rp. 5.050.000,- |
|  | **Total** | **Rp.5.283.500,-** |



Gambar 14. Fishbone pada penelitian pembuatan pikel lobak.