

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
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
INTISARI.....	x
ABSTRACT	xi
ABSTRACT	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	6
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Kerangka Pemikiran	7
1.6. Hipotesis	12
1.7. Waktu dan tempat Penelitian.....	13
II TINJAUAN PUSTAKA	14

2.1. Lobak	14
2.1.1. Taksonomi dan Morfologi Lobak.....	14
2.1.2. Manfaat Lobak	19
2.2. Fermentasi	20
2.2.1. Pengertian Fermentasi	20
2.2.2. Mikrobiologi Fermentasi dan sayur-sayuran.....	22
2.3. Pikel	26
2.4. Garam	30
2.5. Pengeringan	31
2.6. Asam Laktat	32
III BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN	34
3.1. Bahan dan Alat Penelitian	34
3.1.1. Bahan Penelitian.....	34
3.1.2. Alat Penelitian	34
3.2. Metode Penelitian	35
3.2.1. Penelitian Pendahuluan.....	35
3.2.2. Penelitian Utama	35
3.3. Deskripsi Percobaan	37
3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan	37
3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama	38
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Penelitian Pendahuluan	42
4.1.1. Analisis Bahan Baku Lobak	42

4.1.2. Kadar air	42
4.1.3. Kadar Asam Laktat.....	44
4.1.4. Kadar Gula.....	45
4.2. Penelitian Utama.....	47
4.2.1. Kadar asam laktat (%) pikel lobak	47
4.2.2. Derajat Keasaman (pH) pikel lobak	56
4.2.3. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5%.....	57
4.2.4. Respon Mikrobiologi.....	59
4.2.5. Respon Kimia	63
V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi dalam setiap 144 gram lobak.....	15
2.Kandungan Nilai gizi per 100 g (3.5 oz).....	16
3.Syarat Mutu <i>Sauerkraut</i> Menurut SNI 01-2600-1992.....	27
4. Kadar asam laktat dan pH piksel lobak	36
5. Analisis kadar air, asam laktat dan kadar gula total pada lobak.	42
6. Perubahan pada beberapa zat penyusun utama buah dan sayur selama pematangan.....	46
7. Hasil analisis rata-rata kadar air piksel lobak setelah pengeringan.	63
8. Hasil analisis rata-rata kadar asam laktat piksel lobak setelah pengeringan.	67
9. Hasil Analisis asam laktat dan pH piksel Lobak Ulangan 1,2, dan 3 konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%.....	84
10. Laju pertumbuhan mikroba dan waktu generasi mikroba pada konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5%.	89
11. Hasil analisis total mikroba dengan metode TPC (<i>Total plate count</i>) ulangan 1,2, dan 3.	90
12.Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat piksel lobak 2,5%.....	90
13. Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat piksel piksel lobak 5%.....	90
14. Hasil analisis pH, Total bakteri, dan asam laktat piksel lobak 7,5%.....	90
15. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-0.	91
16. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-6.	92
17. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-12.	92
18. Angka Lempeng Total fermentasi hari ke-18.	93

19. Hasil analisis kadar air dan kadar asam laktat pikel lobak setelah pengeringan pada ulangan 1,2, dan 3.	93
20. Hasil analisis rata-rata kadar air pikel lobak setelah pengeringan.	94
21. Kebutuhan untuk Analisis Bahan Baku Penelitian Pendahuluan.....	95
22. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama.....	96
23. Kebutuhan Bahan Baku untuk Analisis Respon	96
24. Jumlah Anggaran Penelitian	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lobak Putih	14
2. Diagram Alir Penelitian Pikel Lobak.	41
3. Peningkatan Kadar asam laktat (%) selama proses fermentasi.	47
4. Laju pertumbuhan Mikroba terhadap kadar asam laktat konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%.	48
5. Pembentukan asam piruvat menjadi asam laktat dari jalur glikolisis (EMP) oleh bakteri Homolaktat (S. Fardiaz. 1992).	54
6. Pemecahan glukosa oleh bakteri asam laktat hetero-fermentatif (S. Fardiaz. 1992).	55
7. Derajat keasaman (pH) pikel lobak terhadap lama fermentasi.	56
8. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 2,5%.	57
9. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 5%	58
10. Pengaruh pH terhadap kadar asam laktat (%) pada konsentrasi 7,5%.	58
11. Total pertumbuhan mikroba pada pikel lobak selama proses fermentasi.	60
12. Kadar air pikel lobak kering	63
13. Perbandingan asam laktat sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan. ..	67
14. Fishbone pada penelitian pembuatan pikel lobak.	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengujian Kadar air metode gravimetri	76
2. Pengujian Kadar Asam Laktat Metode Titrasi.....	76
3. Analisis Kadar Gula Metode Luff Schoorl (AOAC, 1995)	77
4. Analisis Respon pH.....	78
5. Analisis Respon Mikrobiologi Metode cara <i>TPC (Total Plate Counts)</i>	79
6. Perhitungan rendemen.....	79
7. Perhitungan hasil analisis bahan baku.....	80
8. Hasil Analisis penelitian utama piksel lobak ulangan 1,2, dan 3.	84
9. Hasil analisis respon Mikrobiologi	90
10. Hasil rata-rata analisis respon Mikrobiologi, pH, dan Asam laktat.	90
11. Hasil analisis respon kimia.....	93
12. Hasil rata-rata analisis Kadar air dan Kadar asam laktat piksel lobak kering ..	94
13. Keperluan Bahan Baku	95

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 digunakan 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 mempengaruhi 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 $2,35 \times 10^4$.

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 piksel 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 piksel 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 mempengaruhi laju pembentukan asam laktat, tekstur dan warna piksel lobak, semakin tinggi konsentrasi garam maka kadar asam laktat yang dihasilkan semakin rendah, tekstur piksel semakin renyah dan warna piksel kekuningan. Pada penelitian piksel 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 $2,35 \times 10^4$.

Kata kunci : Lobak, Fermentasi, piksel dan asam laktat

ABSTRACT

The purpose of this research was to obtain the enhancement of lactic acid levels on salt concentration and the duration in pickled 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 preliminary study was carried out the analysis of basic material toward the lactic acid levels, water content and total sugar content in radish. The main study was done after the preliminary study. It was manufactured of pickled radish by using fermentation. After fermentation, it was carried out the analysis of lactic acid levels by titration method and analyzes the total of bacteria in pickled radish by TPC method.

The result of first 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 pickled during fermentation, the higher the salt concentration of the levels of lactic acid produced the lower, the more soft pickled 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 $2,35 \times 10^4$.

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.

1.1. 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-carotene*, 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 sebanyak 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. Mengonsumsi 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 mengonsumsi 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 digunakan 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 umumnya 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 $a_w = 0,70$ yaitu sebesar 14-20% (Muchtadi. T, dan Ayustaningwaro. F, 2010).

Mengonsumsi piksel atau produk hasil fermentasi asam laktat lainnya memiliki banyak manfaat bagi tubuh yaitu untuk memperlancar proses pencernaan dalam tubuh karena dalam piksel 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 piksel 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 keseluruhan (Anonim, 2012).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan pengolahan lobak menjadi suatu produk makanan, khususnya umbi lobak dijadikan suatu produk fermentasi seperti produk piksel lobak. Dengan pengolahan umbi lobak menjadi piksel lobak yang difermentasi akan menghasilkan bakteri baik, yang apabila dikonsumsi akan

menekan pertumbuhan mikroba jahat di dalam pencernaan. Pada saat dilakukan proses fermentasi, akan menghasilkan asam *lactic* yang berfungsi menurunkan tekanan darah dan meningkatkan sirkulasi dalam darah. Seta kandungan vitamin C, dan serat yang tinggi dapat melancarkan pencernaan dan memerangi kanker. Selain itu kandungan pottasium, kalsium, magnesium, dan zat besi di dalamnya akan bertambah dan dapat memenuhi kebutuhan tubuh kita akan kandungan tersebut.

1.2. 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 piksel lobak kering ?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

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

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

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan untuk peneliti.
2. Menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai pemanfaatan lobak sebagai piksel.

3. Meningkatkan produktifitas lobak.
4. Meningkatkan penganekaragaman produk olahan atau diversifikasi produk pangan yang berasal dari lobak.
5. Meningkatkan nilai jual lobak.

1.5. Kerangka Pemikiran

Kriteria yang diharapkan dari pembuatan piksel lobak adalah warna piksel yang putih kekuningan, rasanya yang asin dan sedikit asam, teksturnya sedikit alot, aroma khas piksel, konsentrasi garam yang digunakan 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 $1,0 \times 10^3$ cfu/g (Anonim,2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil akhir piksel 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 piksel 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 piksel 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 keluar 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 tertitrisi sebanyak 0,6% adalah pada konsentrasi 2,5 % dengan suhu fermentasi 26°C 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 menghambat 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 pickel. Pada konsentrasi garam 5% dan 6% rasa pickel 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 pickel ubi jalar yaitu dalam hal warna. Pada konsentrasi garam yang cukup tinggi warna pickel lebih menarik dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Pada hasil penelitian ini konsentrasi garam 5% dan 6% adalah konsentrasi garam yang terbaik karena warna cairan dan ubinya lebih menarik.

Berdasarkan pada hasil penelitian pembuatan pickel 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 pickel jahe. Semakin lama fermentasi, pickel semakin lunak. Pada penelitian ini menyebutkan bahwa lama

fermentasi terbaik pada pembuatan piksel jahe yaitu selama 16 hari, dengan tekstur piksel jahe yang keras mendekati renyah. Sedangkan fermentasi selama 20-24 hari menghasilkan tekstur piksel yang lunak.

Lama fermentasi menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi total asam tertitiasi 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 piksel buncis adalah selama 15 hari dengan konsentrasi garam terbaik adalah 15%, dimana total bakteri asam laktat tertinggi yaitu 31.10^3 koloni/g.

1.6. 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 piksel lobak kering.

1.7. 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.

2.1. 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 : *Rhapanus sativus 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 radícula 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 (*radícula*) 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	66 kJ (16 kcal)
Karbohidrat	3,40 g
Gula	1,86 g
Diet serat	1,6 g
Lemak	0,10 g
Protein	0,68 g
Thiamine	0,012 mg
Riboflavin (Vit. B2)	0,039 mg
Niacin (Vit. B3)	0,254 mg
Asam pantotenat (B5)	0,165 mg
Vitamin B6	0,071 mg
Folat (Vit. B9)	25 mg
Vitamin C	14,8 mg
Kalsium	25 mg
Besi	0,34 mg
Magnesium	10 mg
Fosfor	20 mg
Kalium	233 mg
Seng	0,28 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 triiodotironin 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.

2. Menyembuhkan Liver

Sekian Banyak penelitian menunjukkan 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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

2.2.1. 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 sebagai 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-mikroba lainnya. Namun demikian, sayur-sayuran yang paling populer digunakan untuk fermentasi asam laktat adalah kubis untuk pembuatan sauerkraut serta ketimun dan zaitun untuk pembuatan pickel. Dalam jumlah yang lebih kecil, berbagai jenis sayur-sayuran lain seperti wortel, kembang kol, seledri, okra, lada, bawang, dan tomat hijau juga difermentasi, khususnya untuk pickel.

2.2.2. Mikrobiologi Fermentasi dan sayur-sayuran

Sebagian besar mikroba yang terdapat pada permukaannya ketika dipanen adalah spesies aerobik 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 dalam daftar nama-nama mikroba yang telah diterima secara umum seperti *Lactobacillus plantarum* 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 mesenteroides*, dari kentang asam, kubis asam dan adonan terigu asam. Akan tetapi, oral-Jensen hanya tertarik untuk mempelajari mikroba 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 mengidentifikasi 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 dan pawtsay), 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 spesies ini 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 *sauerkraut* 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 $\pm 2,5\%$ (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 botulinum* 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).

2.3. 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 Bau 2.2 Rasa 2.3 Warna 2.4 Tekstur		Normal dan khas <i>Saurkraut</i> Normal dan khas <i>Saurkraut</i> Normal dan khas <i>Saurkraut</i> Normal dan khas <i>Saurkraut</i>
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/kg 7.2. Tembaga (Cu), mg/kg 7.3. Seng (Zn), mg/kg 7.4. Arsen (As), mg/kg 7.5. Timah (Sn), mg/kg		Maks. 10,0 Maks. 30,0 Maks. 40,0 Maks. 40,0/250 Maks. 2,0
8.	Cemaran mikroba, mg/kg		Maks. 2,0
9.	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. $1,0 \times 10^1$

(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 pickles), 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 :

- a. 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.

- b. 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).

2. 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 pickel seperti menyebabkan pickel ketimun menjadi gelap dan bau tidak enak. Konsentrasi garam yang terlalu tinggi dapat membunuh bakteri asam laktat (Anonim, 2009).

Selain konsentrasi garam, jenis garam juga mempengaruhi mutu pickel. Pickel 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 pickel. Sedangkan garam yang dikurangi kandungan ion Na^+ nya (Lite salt) dapat digunakan untuk membuat pickel yang diproses cepat (Fresh pack pickles), tetapi tidak disarankan penggunaan garam ini untuk pickel yang difermentasi (Anonim, 2000).

3. 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 pickel mengapung dan jika fermentasi terlalu lama dapat menyebabkan pickel menjadi berkerut atau kisut (Anonim, 2009).

Banyak sayuran dan buah-buahan dapat dibuat pickel, seperti pickel ketimun, pickel buah pear, pickel prem, pickel ubi-ubian, pickel buah persik, dan pickel kacang-

kacangan dengan keuntungan produk pickel tidak hanya dari harga, tetapi juga dari flavor, daya simpan dan penganekaragaman produk (Anonim, 2007).

2.4. 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 *sauerkraut* 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 $\pm 2,5\%$ (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 botulinum* 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).

2.5. 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 (A_w). 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).

2.6. 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: asam 2-hidroksipropanoat ($\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$), dikenal juga sebagai asam susu) adalah senyawa kimia penting dalam beberapa proses biokimia. Asam laktat memiliki gugus karboksilat dengan satu gugus [hidroksil] yang menempel pada gugus karboksil. Dalam air, ia terlarut

lemah dan melepas proton (H^+), membentuk ion laktat. Asam ini juga larut dalam alkohol dan bersifat menyerap air (higroskopik). Asam ini memiliki titik lebur $53^{\circ}C$, Titik didih $122^{\circ}C$, Keasaman 3.86 (pK_a)at $25^{\circ}C$ (Anonim, 2013)

III BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN

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

3.1. Bahan dan Alat Penelitian

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 *phenolphthalein*, 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).

3.1.2. 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.

3.2. Metode Penelitian

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

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan 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 piksel 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 piksel 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).

3.2.2.1. Rancangan Perlakuan

Rancangan 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 piksel lobak.

3.2.2.2.Rancangan analisis

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

Tabel 4. Kadar asam laktat dan pH piksel 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%)		

3.2.2.3.Rancangan Respon

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

1. Respon Mikrobiologi

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

2. Respon Kimia

Analisis respon kimia yang dilakukan pada penelitian pembuatan piksel 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 piksel lobak yang sudah dikeringkan dengan metode gravimetri (Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 2010).

3.3. Deskripsi Percobaan

3.3.1. 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.

2. 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 105°C 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 105°C selama 30 menit. Setelah pemanasan kedua selesai lobak yang sudah dipanaskan dimasukan kedalam eksikator dan kemudan ditimbang.

3. 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, dimasukkan 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 dimasukkan 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 dididihkan. 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 ditunjukkan dengan terbentuknya warna kuning jerami.

3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama

1) 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.

2) Pembersihan

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

3) 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 pickel lobak merupakan fermentasi anaerob atau fermentasi yang tidak memerlukan oksigen.

3. Pencampuran Garam

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

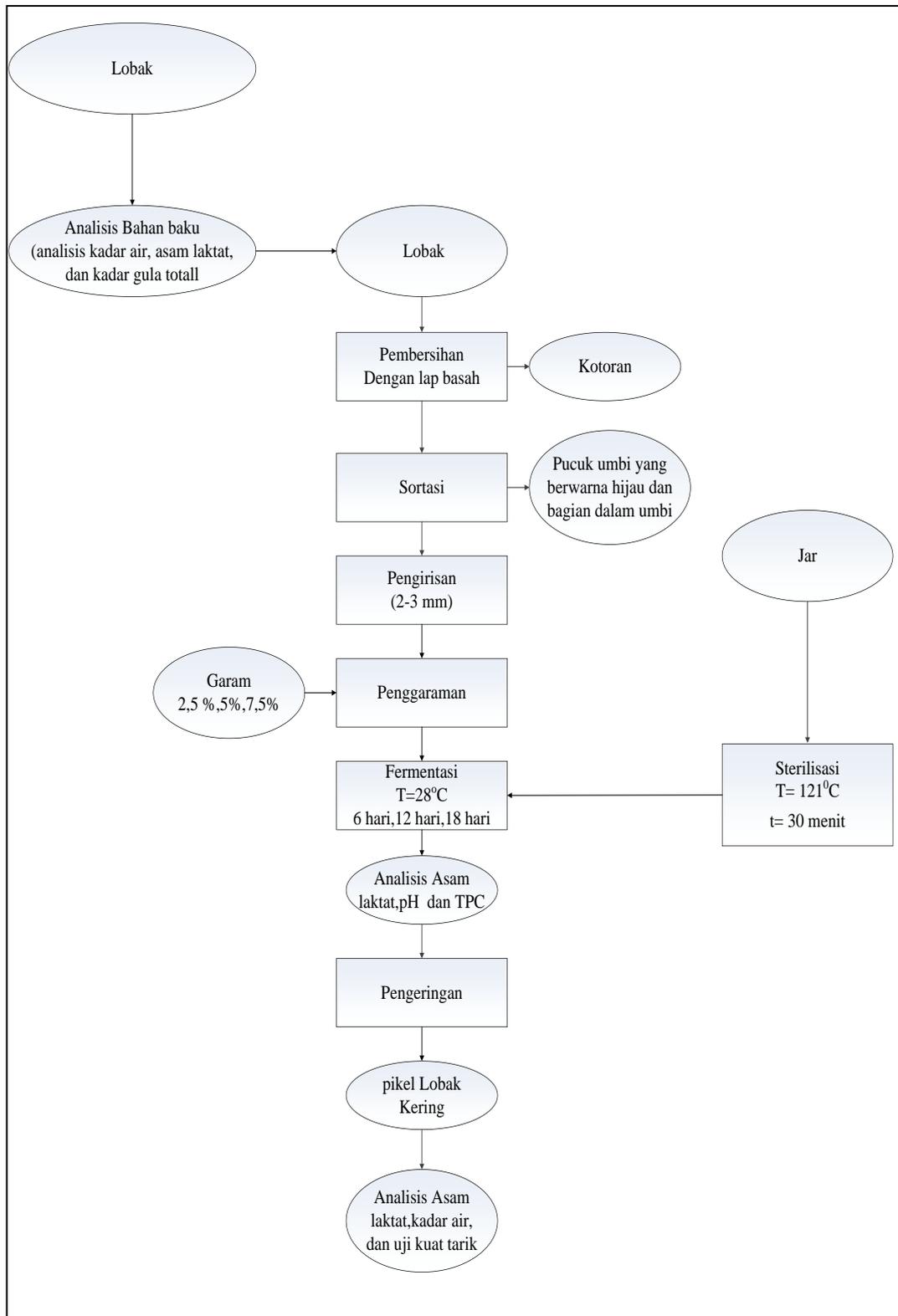
4. Fermentasi

Fermentasi dilakukan selama (6 hari, 12 hari, dan 18 hari) pada suhu 28°C . Jika fermentasi dilakukan pada suhu di atas 30°C mengakibatkan produksi asam berlebihan sedang jika suhu kurang dari 25°C sering muncul flavor dan warna yang tidak diharapkan serta waktu fermentasi menjadi sangat lama.

5. Pengerinan

Pengerinan dilakukan menggunakan 2 metode yaitu pengerinan dengan udara dingin dan pengerinan udara panas. Pengerinan dingin dilakukan menggunakan suhu 4°C dalam lemari es, dan pengerinan panas

menggunakan *tunnel drayer* dan dipanaskan pada suhu 70°C yang bertujuan untuk mengurangi kadar air pada pikel lobak.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pikel Lobak.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai Penelitian Pendahuluan dan Penelitian Utama.

4.1. Penelitian Pendahuluan

4.1.1. 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 pickle. 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

4.1.2. Kadar air

Analisis bahan baku lobak diperoleh hasil kadar air sebanyak 94,74% sedangkan menurut (Direktorat Gizi Depkes RI, 1979 dalam Nur Brilliant 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).

Ditambahkan 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 praktek 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.

4.1.3. 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 pembuatan pickel memiliki zat-zat gizi untuk pertumbuhan mikroba dan mengandung asam laktat secara alami, sehingga dalam pembuatan pickel 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 menunjukkan 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, O_2 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. Sebagai 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.

4.1.4. Kadar Gula

Berdasarkan hasil analisis kadar gula total pada lobak diperoleh kandungan gula sukrosa atau glukosa yaitu 0,48% dan kandungan gula total sebanyak 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).

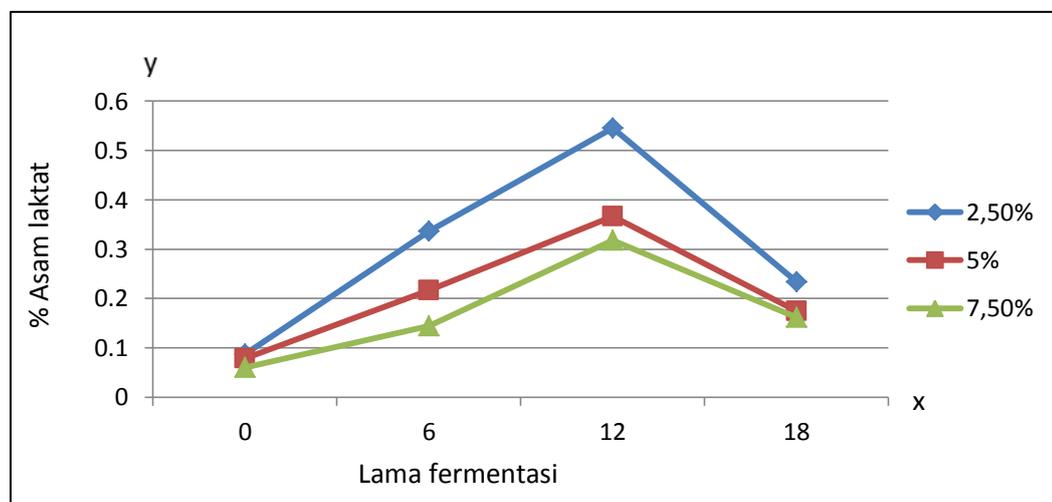
*N.D= Tidak ditentukan.

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

4.2. Penelitian Utama

4.2.1. Kadar asam laktat (%) pickel lobak

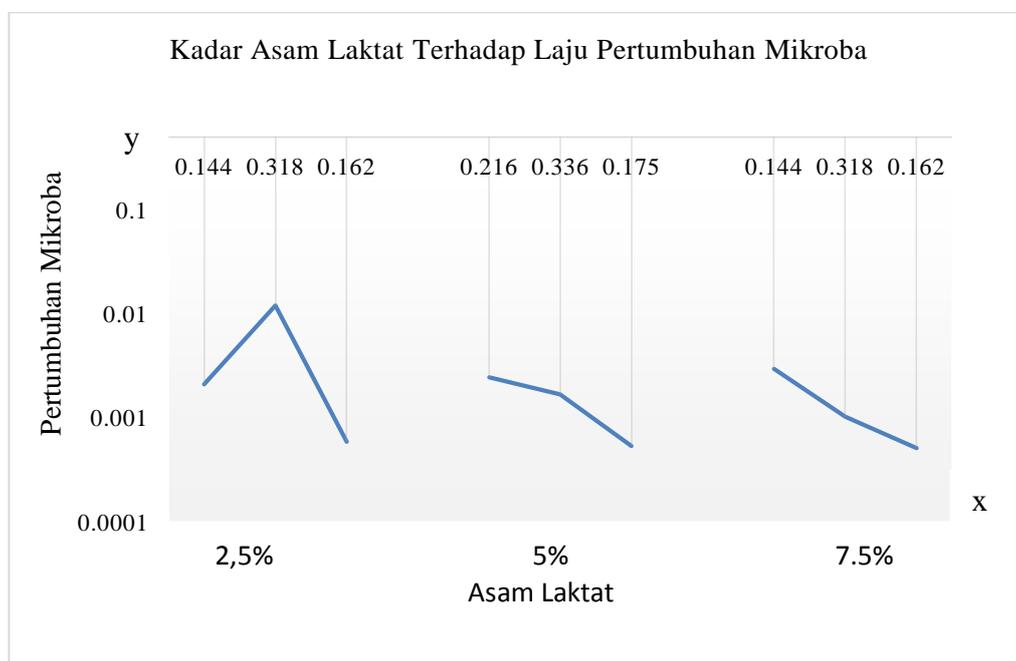
Penelitian utama yang dilakukan bertujuan untuk menentukan waktu fermentasi dan konsentrasi garam terbaik dengan variasi konsentrasi garam yang digunakan 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap kadar asam laktat yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



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 ditunjukkan 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 temperatur 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.



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 menunjukkan 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 piksel lobak ini asam laktat yang dihasilkan tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan kadar asam laktat yang dihasilkan produk piksel 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 dibandingkan 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 :

1. 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.
2. Glukosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 6-fosfat yang dikatalisis oleh enzim fosfohexosa isomerase.
3. Fruktosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 1,6-bifosfat, reaksi ini dikatalisis oleh enzim fosfofruktokinase. Dalam reaksi ini dibutuhkan energi dari ATP.
4. 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.
5. 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 dihidroksi aseton fosfat.
6. Gliseraldehida 3-fosfat kemudian akan diubah menjadi 1,3-bifosfoglisarat oleh enzim gliseraldehida 3-fosfat dehidrogenase. Pada reaksi ini akan terbentuk NADH.
7. 1,3 bifosfoglisarat akan diubah menjadi 3-fosfoglisarat oleh enzim fosfoglisarat kinase. Pada reaksi ini akan dilepaskan energi dalam bentuk ATP.

8. 3-fosfoglisarat akan diubah menjadi 2-fosfoglisarat oleh enzim fosfoglisarat mutase.
9. 2-fosfoglisarat akan diubah menjadi fosfoenol piruvat oleh enzim enolase.
10. 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).

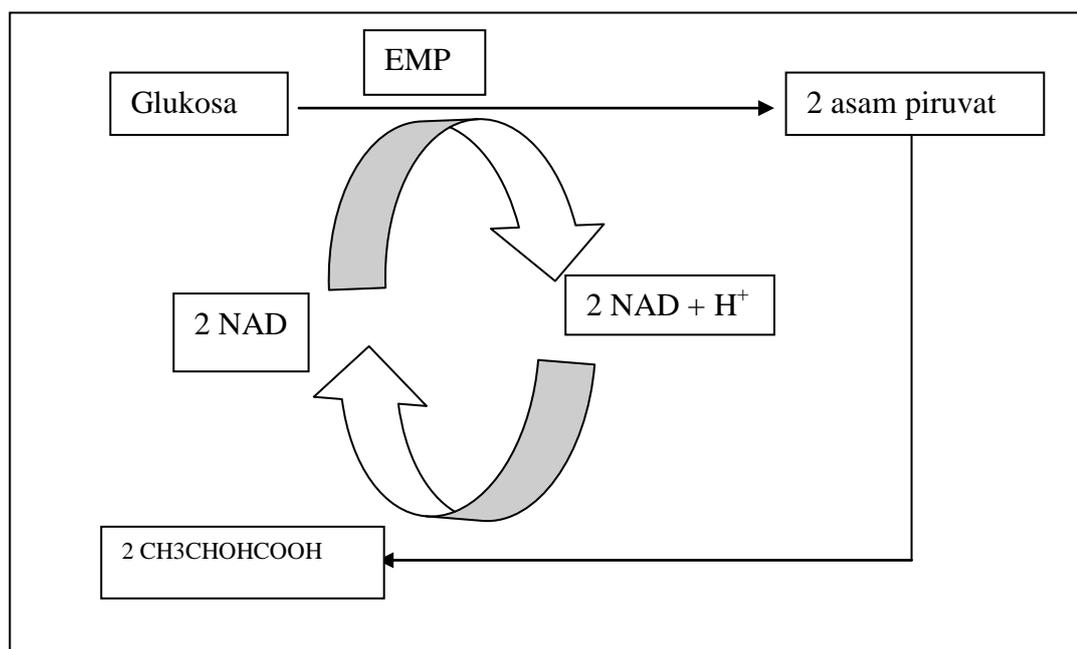
Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang penting dalam ekosistem pangan. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme meliputi suplay gizi, waktu, suhu, air, pH dan tersedianya oksigen. Seperti halnya makhluk lain, mikroorganisme juga membutuhkan 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 $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ atau NaNO_3 atau sumber-sumber organik seperti asam amino dan protein (Buckle. K. A., dkk. 2007).

Data hasil penelitian ini juga menunjukkan 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% menghasilkan kadar asam laktat lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar asam laktat yang dihasilkan pada konsentrasi garam 2,5% dan 5%. Hal ini sesuai dengan pernyataan (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 organisme-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 NADH_2 menghasilkan asam laktat dengan reaksi sebagai berikut :

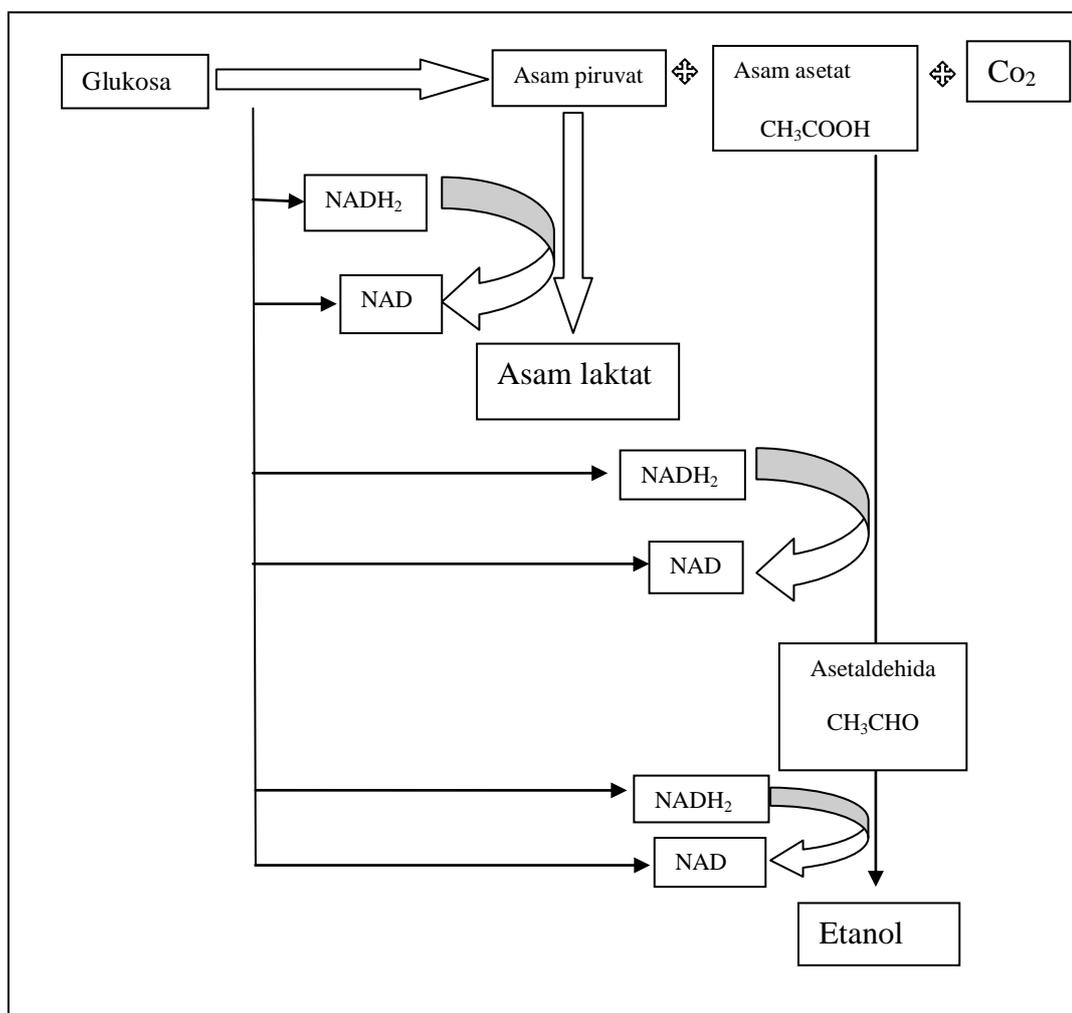


Gambar 5. Pembentukan asam piruvat menjadi asam laktat dari jalur glikolisis (EMP) oleh bakteri Homolaktat (S. Fardiaz. 1992).

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).

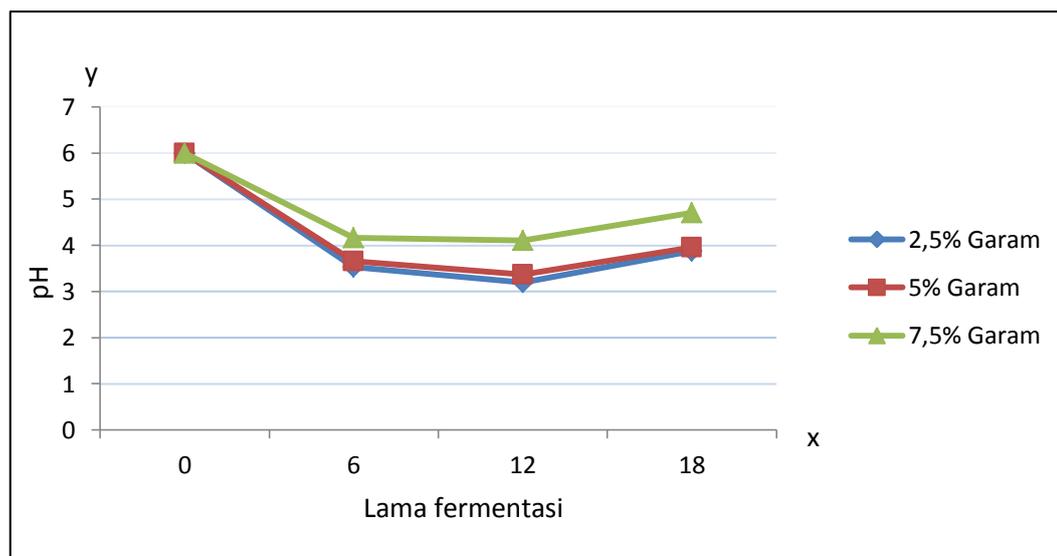
Grup bakteri asam laktat lainnya disebut bakteri asam laktat heterofermentatif, karena selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan senyawa-senyawa lainnya (S. Fardiaz. 1992).



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

4.2.2. Derajat Keasaman (pH) piksel lobak

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



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

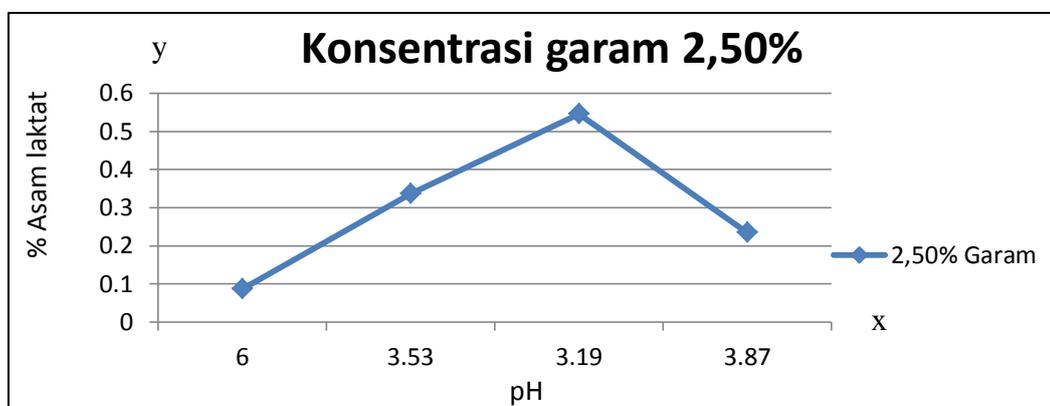
Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan antara lama fermentasi terhadap penurunan pH. Penurunan pH terjadi pada fermentasi hari ke-0 sampai hari ke-12 pada setiap konsentrasi. Awal fermentasi pH 6 karena belum terbentuk asam laktat. Penurunan pH terjadi karena adanya aktivitas 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 sehingga menyebabkan pH piksel semakin turun. Hasil analisis pH piksel 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 piket mengalami peningkatan pada setiap konsentrasi mulai hari ke-13 sampai hari ke-18 yang diikuti dengan penurunan kadar asam laktat.

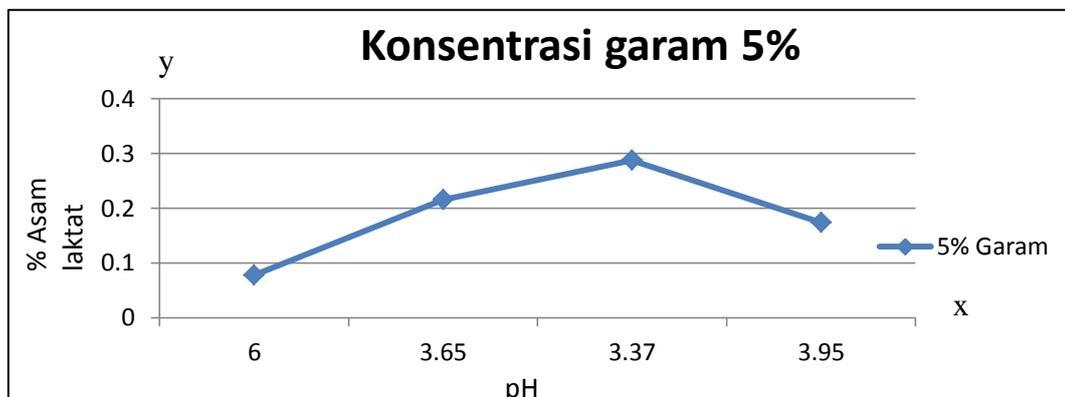
Hal ini sesuai dengan pernyataan (Munajim, 1988 dalam Nataliningsih, 2009) bahwa selama proses fermentasi, konsentrasi gula dalam bahan akan turun, gula akan berubah menjadi asam laktat yang diikuti oleh penurunan pH larutan. Peristiwa ini diiringi perubahan kimia selama proses fermentasi, proses fermentasi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

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

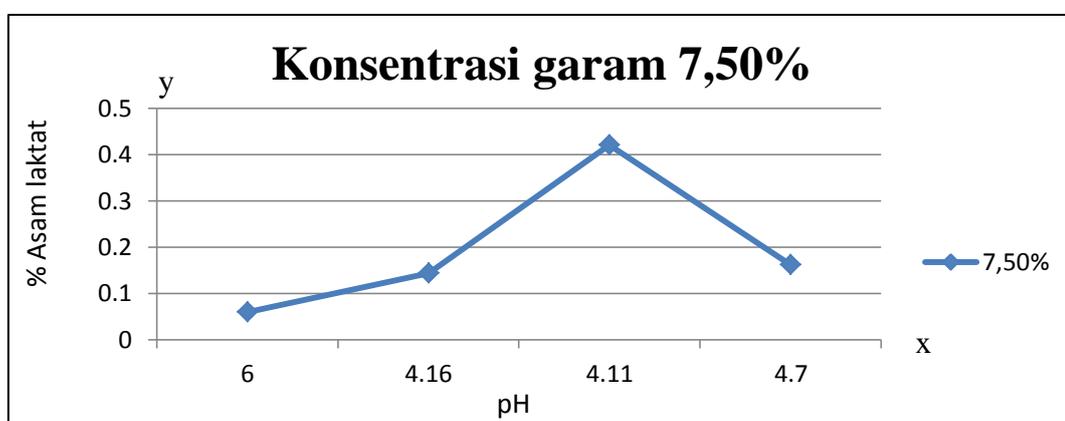
Hasil pengukuran pH terhadap asam laktat (%) pada variasi konsentrasi garam 2,5%, 5%, dan 7,5%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar asam laktat terhadap konsentrasi garam



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



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



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

Berdasarkan ketiga grafik diatas hasil analisis pH piket lobak pada setiap konsentrasi garam menunjukkan 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.

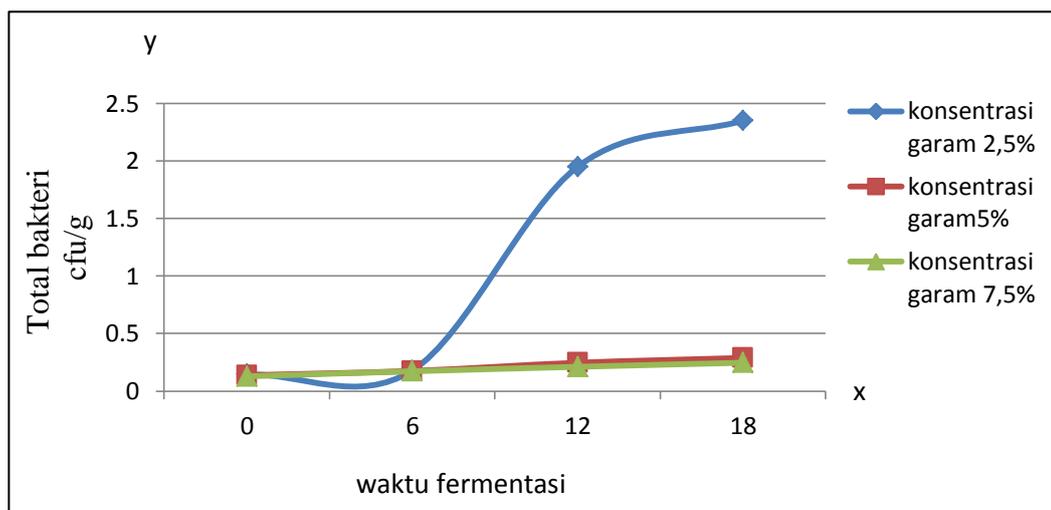
Ditambahkan pula oleh (*Umam. et al., 2012*), yang menyebutkan bahwa penurunan pH dipengaruhi oleh kandungan asam laktat yang dihasilkan oleh BAL

(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.

4.2.4. Respon Mikrobiologi

Hasil analisis respon mikrobiologi pada piket 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 piksel lobak selama proses fermentasi.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan RH 70,87°C, 77,23 °C, 74,87 °C; dan 74,80 °C 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 $1,45 \times 10^3$, $1,79 \times 10^3$, $1,97 \times 10^4$, dan $2,35 \times 10^4$. Pada konsentrasi garam 5% terjadi peningkatan jumlah mikroba yaitu $1,37 \times 10^3$, $1,75 \times 10^3$, $2,45 \times 10^3$, dan $2,88 \times 10^3$. Pada konsentrasi garam 7,5% yaitu $1,28 \times 10^3$, $1,72 \times 10^3$, $2,11 \times 10^3$, dan $2,46 \times 10^3$. 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 *clostridium 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 (a_w) merupakan nilai perbandingan antara tekanan uap air larutan dengan tekanan uap air murni, atau $1/100$ dari kelembaban relatif. Nilai a_w 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 pengangkut zat-zat gizi atau bahan limbah ke dalam dan ke luar 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 = A_w*) (Buckle. K. A., dkk. 2007).

Penelitian ini juga menunjukkan 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

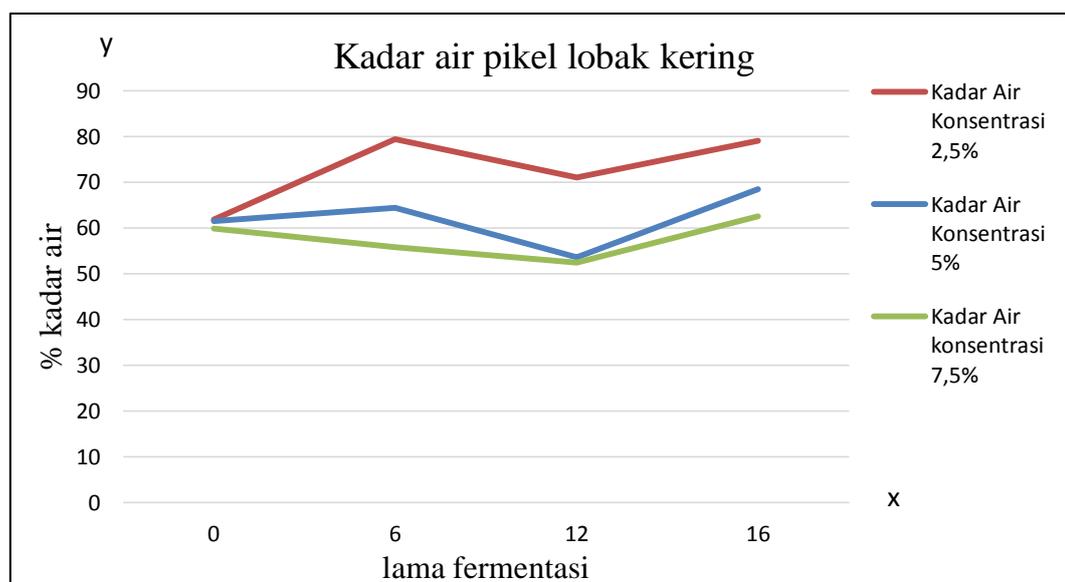
dan dalam beberapa hal tertentu keadaan semacam itu yang diinginkan. Beberapa jenis bakteri, khamir dan kapang dapat tahan dan tumbuh pada kadar garam yang tinggi yang disebut halofil atau dalam lingkungan halofilik. Jenis-jenis yang tahan tekanan osmotik ini dapat berperan nyata dalam pembusukan bahan pangan (Buckle. K. A., dkk. 2007).

4.2.5. Respon Kimia

Hasil analisis respon kimia pada piksel 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 piksel 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



Gambar 12. Kadar air piksel 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 piksel 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 piksel lobak yang ada dipasaran yaitu 48,36% kadar air piksel lobak hasil analisis ini masih terbilang tinggi. Hal ini diduga karena faktor internal dan eksternal pada proses pengeringan, metode pengeringan lama waktu pengeringan, dan konsentrasi garam yang digunakan. Seperti yang disebutkan (Wirakartakusumah., A. Dkk. 1992) bahwa kadar air bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor internal dan eksternal yaitu :

1. Faktor internal

- a. 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.

- b. 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.

c. Unit pemuatan

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

2. Faktor Eksternal

a. 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

b. 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 bertambah cepat dengan meningkatnya suhu.

c. 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.

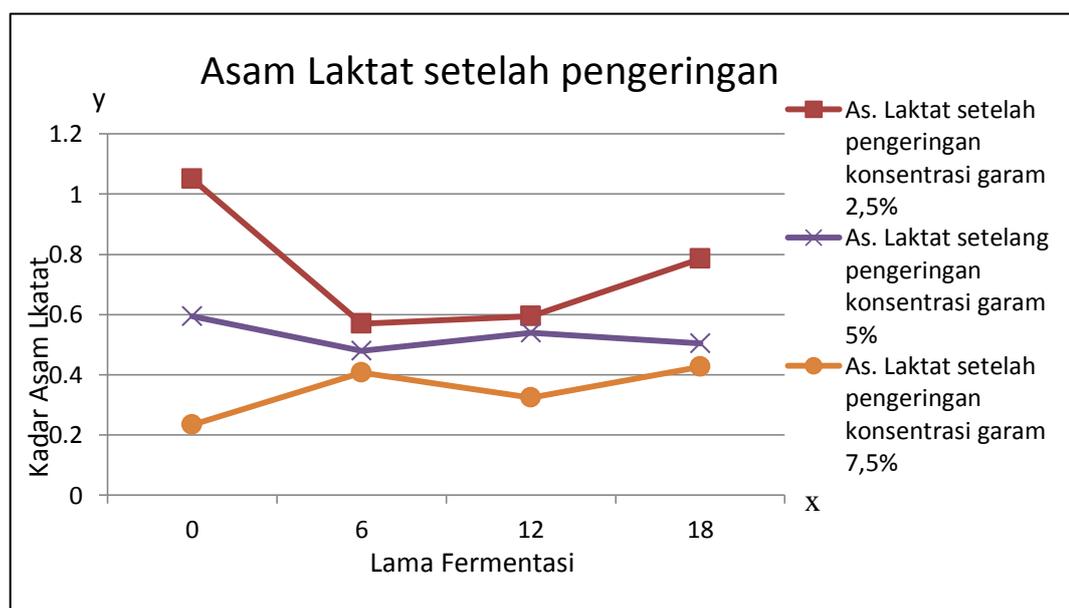
Lama waktu pengeringan dapat mempengaruhi kadar air, hal ini sesuai dengan pernyataan (Listiawati, S. 1994) bahwa ketersediaan massa air permukaan semakin sedikit, maka perubahan penurunan kadar air menjadi kecil, dengan demikian laju pengeringan akan semakin menurun. Penurunan kadar air ini ditentukan 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 piket lobak setelah pengeringan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (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 piksel lobak setelah pengeringan.

Lama fermentasi (Hari)	Konsentrasi 2,5% Asam laktat (%)	Konsentrasi 5% Asam laktat (%)	Konsentrasi 7,5% 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



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

Berdasarkan hasil analisis data rata-rata kadar asam laktat piksel lobak setelah pengeringan mengalami peningkatan. Hal ini tidak sesuai dengan hasil analisis kadar asam laktat pada produk piksel 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 piksel lobak pada penelitian ini dilakukan dengan cara pendinginan dan pemanasan. Pengeringan cara dingin dilakukan pada suhu 15°C dalam lemari es selama 1 minggu. Pengeringan cara panas dilakukan pada suhu 70°C dalam tunnel drayer selama 12

jam. Diduga pada suhu tersebut tidak menguapkan asam laktat pada piket melainkan hanya menguapkan sebagian air yang terkandung didalamnya.

Hal ini sesuai dengan pernyataan S. Fardiaz, (1992), yang menyebutkan bahwa bakteri gram positif umumnya lebih tahan terhadap panas dibandingkan 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 :

2) 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.

3) 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 mikroorganismenya, semakin meningkat ketahanan panasnya.

4) Suhu pertumbuhan

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

5) Air

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

6) Garam

Pengaruh garam terhadap ketahanan panas sel mikroorganismenya sangat bervariasi tergantung dari jenis garam, konsentrasi, spesies mikroorganismenya, 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 piket 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 natrium metabisulfit 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 dan 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 piksel lobak (*Rhapanus sativus L*) yang telah dilakukan selama fermentasi 18 hari dapat dilihat dibawah ini.

5.1. Kesimpulan

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

1. Lobak sebagai bahan baku mengandung kadar air sebanyak 94,74%, kadar asam laktat 0,072%, dan kadar gula total 1,6%.
2. 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. Konsentrasi garam 7,5% menghasilkan kadar asam laktat 0,318% dengan pH 4,11.
3. Lama fermentasi berpengaruh terhadap pembentukan laju asam laktat. Peningkatan kadar asam laktat terjadi 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%.

4. Total bakteri tertinggi diperoleh pada sampel dengan konsentrasi garam 2,5% yang difermentasi selama 18 hari yaitu $2,35 \times 10^4$.
5. Kadar air terendah setelah pengeringan dihasilkan oleh sampel dengan konsentrasi garam 7,5% yaitu 0,234%.

5.2. Saran

Saran dari penelitian pickel 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.
- AOAC. 2005. **Official Methods Of Analysis. Association Of Official Analytical 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 pickel 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 SI* , 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 (*Zingiber Officinale Rose*)**. <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.blogspot.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.
- 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.
- 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. Diakses : 12 september 2016.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Kadar air metode gravimetri

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

Kaca arloji dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama ± 15 menit, lalu ditimbang dan dilakukan berulang-ulang sehingga didapat bobot tetap (W_0). Kemudian ditimbang 1-2 g sampel yang telah dihaluskan, dan diletakan pada kaca arloji (W_1) kemudian dimasukan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 2 jam, lalu didinginkan dalam eksikator selama ± 15 menit, kemudian ditimbang (W_2). Selisih awal dan akhir pemanasan merupakan kadar air yang terdapat dalam bahan tersebut.

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_0} \times 100\%$$

Lampiran 2. Pengujian Kadar Asam Laktat Metode Titrasi

Prinsip: Berdasarkan jumlah NaOH yang tertitrasi oleh larutan sampel.

1. Peralatan: Buret, pipet tetes dan labu Erlenmeyer.
2. Pereaksi: Indikator Phenophtalin (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 dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda.

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

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

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 ke labu takar 100ml dan ditandabatkan 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 dititrasi kembali hingga TAT berwarna biru hilang.

Perhitungan :

mL Na ₂ S ₂ O ₃	= $\frac{(V_b - V_s) N. Na_2S_2O_3}{0,1}$
Kadar gula sebelum inversi	= $\frac{(mg\ gula\ (tabel) \times Fp)}{Ws \times 1000} \times 100\%$
Kadar gula sebelum inversi I	= $\frac{(mg\ gula\ (tabel) \times Fp)}{Ws \times 1000} \times 100\%$
Kadar disakarida (sukrosa) 0,95]	= [% gula setelah inversi - % gula sebelum inversi] x
Kadar gula total	= % gula sebelum inversi + kadar sukrosa

Lampiran 4. Analisis Respon pH

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

Celupkan elektroda ke dalam 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 dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan agar cair yang telah didinginkan (45-47⁰C) sebanyak 15-20 ml dan digoyangkan supaya menyebar rata.

Perhitungan :

$\text{Koloni/ml atau per gram} = \text{Jumlah Koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$
--

Lampiran 6. Perhitungan rendemen

1. Rendemen berdasarkan bahan yang terpakai

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

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

2. Rendemen berdasarkan produk pikel konsentrasi 2,5%

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{hasil fermentasi}}{\text{bahan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{235,26 \text{ g}}{250} \times 100\% = 94,104\% \end{aligned}$$

3. Rendemen berdasarkan produk pikel konsentrasi 5%

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{hasil fermentasi}}{\text{bahan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{229 \text{ g}}{250} \times 100\% = 91,6\% \end{aligned}$$

4. Rendemen berdasarkan produk pikel konsentrasi 7,5%

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{hasil fermentasi}}{\text{bahan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{241,33 \text{ g}}{250} \times 100\% = 96,53\% \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{hasil pikel kering}}{\text{bahan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{53,67 \text{ g}}{250} \times 100\% = 21,47\% \end{aligned}$$

6. Rendemen berdasarkan produk seluruh bahan baku

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

Lampiran 7. Perhitungan hasil analisis bahan baku.

1. Kadar air lobak

$$W_0 = 29,91 \text{ g}$$

$$W_s = 2,00 \text{ g}$$

$$W_2 = 30,03 \text{ g}$$

$$W_1 = W_0 + W_s$$

$$= 29,91 \text{ g} + 2,00 \text{ g}$$

$$= 31,9 \text{ g}$$

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

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

$$= 94,74 \%$$

2. Kadar asam laktat lobak

$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0,3 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{0,5 \text{ ml} + 0,3 \text{ ml}}{2} = 0,4 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_s \times 1000} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,4 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% \\ &= 0,072 \% \end{aligned}$$

3. Kadar gula total

$$> \text{Larutan Blanko} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{12,1 \text{ ml} + 11,9 \text{ ml}}{2} = 12 \text{ ml}$$

>Sebelum inversi

$$V_1 = 11,5 \text{ ml}$$

$$V_2 = 11,7 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{11,5 \text{ ml} + 11,7 \text{ ml}}{2} = 11,6 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{mlNa}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{(V_b \times V_s) \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1} \\ &= \frac{(12 \text{ ml} \times 11,6) 0,1}{0,1} \\ &= 0,4 \text{ ml} \end{aligned}$$

(b) 0,1 (x) ?

(c) 1 (e) 2,4

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

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

$$>\text{Kadar gula sebelum inversi} = \frac{\text{mg gula} \times \text{FP} \times 10}{W_{sx} \times 1000} \times 100\%$$

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

$$= 1,2 \%$$

$$>\text{Kadar sukrosa} = (\% \text{ gula setelah Inversi} - \% \text{ gula sebelum inversi}) \times 0,95$$

$$= (1,2\% - 0,48\%) \times 0,95$$

$$= 0,684\%$$

$$>\text{Kadar gula total} = \% \text{ gula sebelum inversi} + \text{kadar sukrosa}$$

$$= 0,48\% + 0,684\%$$

$$= 1,164 \% \quad \sim 1,2 \%$$

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 :

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

$$\text{Dik : } V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0,4 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{0,5 \text{ ml} + 0,3 \text{ ml}}{2} = 0,45 \text{ ml}$$

$$\% \text{ asam laktat} = \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_s \times 1000} \times 100 \%$$

$$= \frac{(0,45 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \%$$

$$= 0,081 \%$$

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

$$\text{Dik : } V_1 = 0,3 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0,4 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{0,3 \text{ ml} + 0,4 \text{ ml}}{2} = 0,35 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{Ws \times 1000} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,35 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% \\ &= 0,036 \% \end{aligned}$$

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

$$\text{Dik : } V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0,3 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{0,5 \text{ ml} + 0,3 \text{ ml}}{2} = 0,4 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{Ws \times 1000} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,4 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% = 0,072 \% \end{aligned}$$

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

$$\text{Dik : } V_1 = 1,9 \text{ ml}$$

$$V_2 = 2,1 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{1,9 \text{ ml} + 2,1 \text{ ml}}{2} = 2 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{Ws \times 1000} \times 100 \% \\
 &= \frac{(2 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% \\
 &= 0,36 \%
 \end{aligned}$$

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

$$\text{Dik : } V_1 = 1,3 \text{ ml}$$

$$V_2 = 1,5 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{1,3 \text{ ml} + 1,5 \text{ ml}}{2} = 1,4 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{Ws \times 1000} \times 100 \% \\
 &= \frac{(1,4 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% \\
 &= 0,252 \%
 \end{aligned}$$

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

$$\text{Dik : } V_1 = 0,8 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0,8 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{0,8 \text{ ml} + 0,8 \text{ ml}}{2} = 0,8 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{Ws \times 1000} \times 100 \% \\
 &= \frac{(0,8 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% \\
 &= 0,144 \%
 \end{aligned}$$

7) Perhitungan asam laktat hari ke-12 konsentrasi 2,5%

$$\text{Dik : } V_1 = 3,4 \text{ ml}$$

$$V_2 = 3,2 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{3,4 \text{ ml} + 3,2 \text{ ml}}{2} = 3,3 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_s \times 1000} \times 100 \% \\ &= \frac{(3,3 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% = 0,594 \% \end{aligned}$$

8) Perhitungan asam laktat hari ke-12 konsentrsi 5%

$$\text{Dik : } V_1 = 2,5 \text{ ml}$$

$$V_2 = 2,3 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{2,5 \text{ ml} + 2,3 \text{ ml}}{2} = 2,4 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_s \times 1000} \times 100 \% \\ &= \frac{(2,4 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% \\ &= 0,432 \% \end{aligned}$$

9) Perhitungan asam laktat hari ke-12 konsentrasi 7,5%

$$\text{Dik : } V_1 = 1,6 \text{ ml}$$

$$V_2 = 1,8 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{1,6 \text{ ml} + 1,8 \text{ ml}}{2} = 1,7 \text{ ml}$$

$$\% \text{ asam laktat} = \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_s \times 1000} \times 100 \%$$

$$= \frac{(1,7 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \%$$

$$= 0,306 \%$$

10) Perhitungan asam laktat hari ke-18 konsentrasi 2,5%

Dik : $V_1 = 1,1 \text{ ml}$

$$V_2 = 1 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{1,1 \text{ ml} + 1 \text{ ml}}{2} = 1,1 \text{ ml}$$

$$\% \text{ asam laktat} = \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_s \times 1000} \times 100 \%$$

$$= \frac{(1,1 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% = 0,198 \%$$

11) Perhitungan asam laktat hari ke-18 konsentrasi 5%

Dik : $V_1 = 0,9 \text{ ml}$

$$V_2 = 1,1 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{0,9 \text{ ml} + 1,1 \text{ ml}}{2} = 1 \text{ ml}$$

$$\% \text{ asam laktat} = \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_s \times 1000} \times 100 \%$$

$$= \frac{(1 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \%$$

$$= 0,18 \%$$

12) Perhitungan asam laktat hari ke-18 konsentrasi 7,5%

Dik : $V_1 = 1,1 \text{ ml}$

$$V_2 = 1 \text{ ml}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{1,1 \text{ ml} + 1 \text{ ml}}{2} = 1 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ asam laktat} &= \frac{(V \times N) \text{ Naoh} \times \text{BE asam laktat}}{W_{\text{sx}} 1000} \times 100 \% \\ &= \frac{(1 \text{ ml} \times 0,1) \text{ Naoh} \times 90}{5 \times 1000} \times 100 \% = 0,198 \% \end{aligned}$$

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 :

Keterangan :

- 1 hari = 24 jam
- Dimana μ = laju pertumbuhan

$$1. \quad \mu = ((\log X_t - \log X_0) / 0,301 \times t)$$

$$\mu = ((\log 1790 - \log 1450) / 0,301 \times 144 \text{ jam})$$

$$\mu = (0,0915) / (0,301 \times 144 \text{ jam})$$

$$\mu = 0,00211 \text{ generasi/jam.}$$

Karena $\mu = 1/g$; maka $g = 1/\mu$

Maka :

$$g = 1/0,00211$$

$$= 0,0120 \text{ jam/generasi}$$

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	2,5%	$1,45 \times 10^3$	$1,55 \times 10^3$	$1,35 \times 10^3$
6		$1,72 \times 10^3$	$1,87 \times 10^3$	$1,79 \times 10^3$
12		$1,98 \times 10^4$	$1,98 \times 10^4$	$1,95 \times 10^4$
18		$2,16 \times 10^4$	$2,54 \times 10^4$	$2,35 \times 10^4$
0	5%	$1,37 \times 10^3$	$1,40 \times 10^3$	$1,34 \times 10^3$
6		$1,87 \times 10^3$	$1,63 \times 10^3$	$1,75 \times 10^3$
12		$2,27 \times 10^3$	$2,72 \times 10^3$	$2,27 \times 10^3$
18		$2,83 \times 10^3$	$2,92 \times 10^3$	$2,90 \times 10^3$
0	7,5%	$1,28 \times 10^3$	$1,28 \times 10^3$	$1,28 \times 10^3$
6		$1,86 \times 10^3$	$1,58 \times 10^3$	$1,72 \times 10^3$
12		$2,04 \times 10^3$	$2,24 \times 10^3$	$2,04 \times 10^3$
18		$2,48 \times 10^3$	$2,44 \times 10^3$	$2,46 \times 10^3$

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

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

Hari	Ph	Total bakteri	As. Laktat
0	6	$1,45 \times 10^3$	0,087
6	3,53	$1,79 \times 10^3$	0,336
12	3,19	$1,97 \times 10^4$	0,546
18	3,87	$2,35 \times 10^4$	0,234

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

Hari	Ph	Total bakteri	As. Laktat
0	6	$1,37 \times 10^3$	0,078
6	3,65	$1,75 \times 10^3$	0,216
12	3,37	$2,45 \times 10^3$	0,366
18	3,95	$2,88 \times 10^3$	0,174

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

Hari	Ph	Total bakteri	As. Laktat
0	6	$1,28 \times 10^3$	0,06
6	4,16	$1,72 \times 10^3$	0,144
12	4,11	$2,11 \times 10^3$	0,318
18	4,7	$2,46 \times 10^3$	0,162

Contoh perhitungan TPC

Ketentuan :

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

$$A = \frac{\frac{\sum \text{koloni}}{\text{pengenceran terbesar}}}{\frac{\sum \text{koloni}}{\text{pengenceran terkecil}}}$$

Jika $A > 2$, maka ambil yang paling pekat

Jika $A < 2$, maka ambil rata-rata

3. Jika \sum koloni ≥ 300 , maka ambil yang paling encer

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

- 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

$$\text{Cfu/g} = 145 / 10^{-1} = 1,45 \times 10^3$$

- 2) 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

$$\text{Cfu/g} = 172 / 10^{-1} = 1,72 \times 10^3$$

3) 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

$$\text{Cfu/g} = 198 / 10^{-2} = 1,98 \times 10^4$$

- 4) 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

$$\text{Cfu/g} = 216 / 10^{-2} = 2,16 \times 10^4$$

Lampiran 11. Hasil analisis respon kimia

Tabel 19. Hasil analisis kadar air dan kadar asam laktat pickel 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	2,5%	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		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	5%	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		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	7,5%	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		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 piket lobak kering

Tabel 20. Hasil analisis rata-rata kadar air piket 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 piket lobak :

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

$$\text{Dik : } w_s : 0,540$$

$$W_2 : 0,205$$

$$\% \text{ kadar air : } \frac{w_s - W_2}{w_s} = \frac{0,540 - 0,205}{0,540} = 62,04\%$$

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

$$\text{Dik : } w_s : 0,510$$

$$W_2 : 0,100$$

$$\% \text{ kadar air : } \frac{w_s - W_2}{w_s} = \frac{0,510 - 0,100}{0,510} = 80,39\%$$

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

$$\text{Dik : } w_s : 0,520$$

$$W_2 : 0,150$$

$$\% \text{ kadar air : } \frac{w_s - W_2}{w_s} = \frac{0,520 - 0,150}{0,520} = 71,15\%$$

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

$$\text{Dik : } w_s : 0,505$$

$$W_2 : 0,090$$

$$\% \text{ kadar air : } \frac{w_s - W_2}{w_s} = \frac{0,505 - 0,090}{0,505} = 82,00\%$$

Lampiran 13. Keperluan Bahan Baku

1. Formulasi

Formulasi I: Basis 250

Konsentrasi Garam 2,5%

$$\rightarrow \text{Garam} = \frac{2,5\%}{100} \times 250 = 6,25g$$

$$\rightarrow \text{Lobak} = \frac{97,5\%}{100} \times 250 = 243,75g$$

Formulasi II: Basis 250

Konsentrasi Garam 5 %

$$\rightarrow \text{Garam} = \frac{5\%}{100} \times 250 = 12,5g$$

$$\rightarrow \text{Lobak} = \frac{95\%}{100} \times 250 = 237,5g$$

Formulasi II: Basis 250

Konsentrasi Garam 7,5 %

$$\rightarrow \text{Garam} = \frac{7,5\%}{100} \times 250 = 18,75g$$

$$\rightarrow \text{Lobak} = \frac{92,5\%}{100} \times 250 = 231,25g$$

2. 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

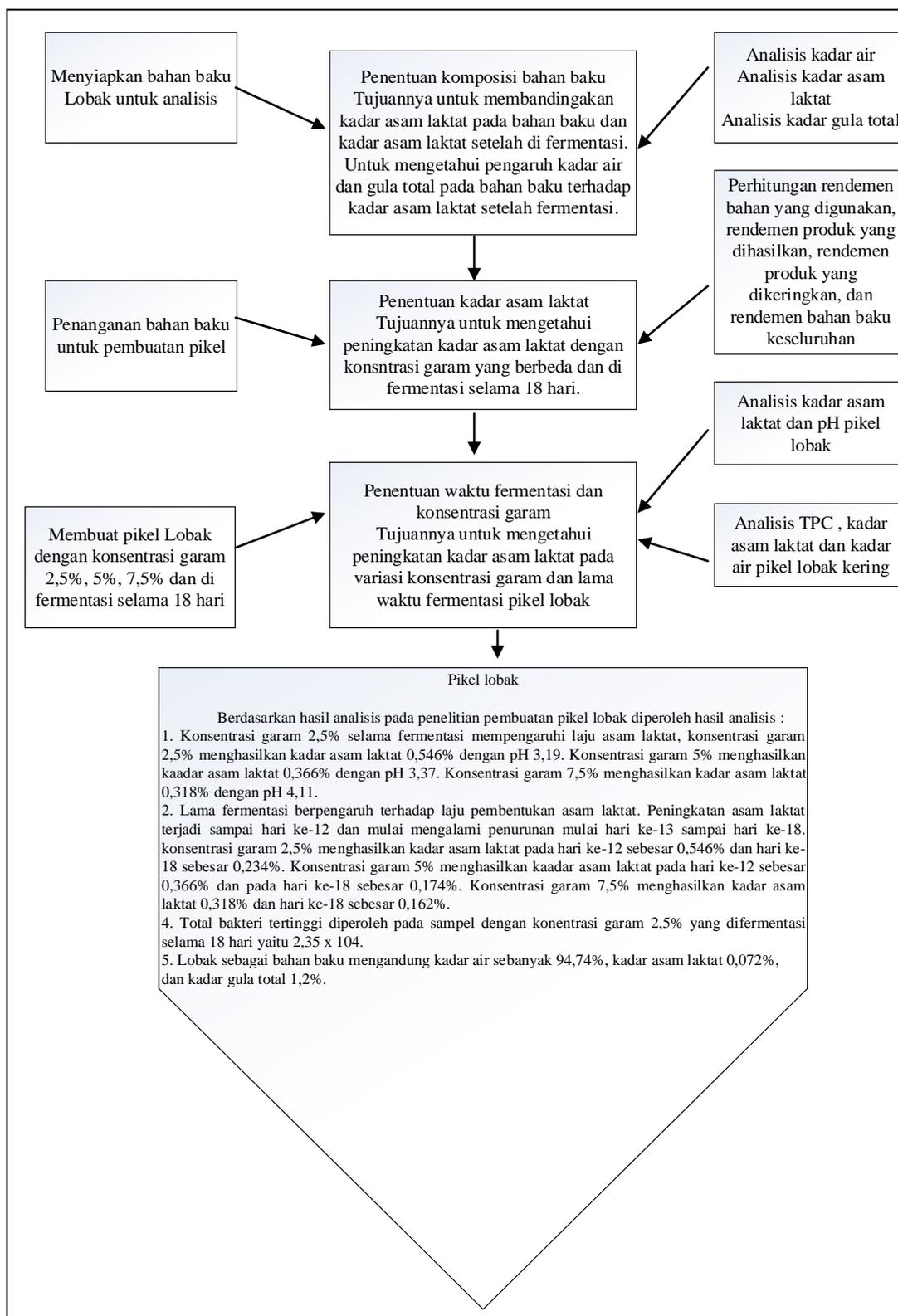
Bahan	Gram	Jumlah	Harga
Lobak untuk			Rp. 6.000,-/kg x 27
Formulasi I	$243,75\text{g} \times 36 = 8775\text{ g}$	6365,25 g	kg = Rp. 162.000
Formulasi II	$237,5\text{g} \times 36 = 9846\text{ g}$		
Formulasi III	$225\text{ g} \times 36 = 8100\text{ g}$		
Garam			Rp. 1.500,-/kg
Formulasi I	$6,25\text{ g} \times 36 = 225\text{ g}$	1575 g	
Formulasi II	$12,5\text{g} \times 36 = 450\text{ g}$		
Formulasi III	$25\text{g} \times 36 = 900\text{ g}$		
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
1.	Analisis Bahan Baku	Rp. 70.000,-
2.	Kebutuhan Bahan Baku dan Penunjang	Rp. 163.500,-
3.	Analisis Respon	Rp. 5.050.000,-
Total		Rp.5.283.500,-



Gambar 14. Fishbone pada penelitian pembuatan pikel lobak.