

Buku Reduksi Sianida

by

Submission date: 10-Jul-2020 06:45AM (UTC-0700)

Submission ID: 1355773719

File name: Buku_Reduksi_Sianida.pdf (2.02M)

Word count: 5627

Character count: 35631

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkah Rahmat dan Hidayah-Nya, kami dapat menyusun buku monograf bertajuk Reduksi Sianida Pada Biji Karet Melalui Fermentasi ini. Tak lupa, shalawat serta salam senantiasa tercurahkan untuk Nabi Besar Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan terbaik bagi ummat.

Melimpahnya bihi karet di Indonesia dan masih belum banyak dimanfaatkan khususnya untuk produk pangan dalam meningkatkan swasembada pangan masyarakat di negeri ini. Buku ini disusun dalam rangka mengupayakan teknologi tepat guna apa yang dapat diterapkan untuk mereduksi kandungan asam sianida pada biji karet sekaligus penerapan apa yang dapat diaplikasikan pada biji karet tersebut. salah satu teknologi yang berfungsi untuk mengurangi kandungan sianida sekaligus meningkatkan kandungan protein dan nutrisi gizi lainnya adalah fermentasi.

Dalam penyusunan buku ini, penyusun menyadari masih banyak kekurangan, untuk itu saran membangun ²⁴ kami terima dengan senang hati.

Malang, Oktober 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR ISI.....	2
1. Bahan Alam Bersianida	6
1.1 Sianida.....	6
2.2 Bahan Alam Bersianida.....	8
1.3 Penanganan Bahan Bersianida	11
2. Komoditas Perkebunan Karet	15
15 2.1 Tanaman Karet	15
2.2 Biji Karet.....	22
2.3 Kandungan Asam Sianida (HCN) pada Biji Karet	25
2.4 Kandungan Lain pada Biji Karet	28
3. Fermentasi	30
3.1 Definisi	30
3.2 Mikroba Fermenter.....	34
3.2.1 <i>Lactobacillus</i> sp.....	35
1.2.2 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	36
1.2.3 Bakteri <i>Bacillus licheniformis</i>	37
1.2.4 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> dan <i>Leuconostoc dextranicum</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3 Faktor Penentu Fermentasi.....	38
3.4 Tujuan dan Manfaat Fermentasi.....	42
3.5 Perubahan Mutu Setelah Fermentasi.....	45
4. Fermentasi untuk Biji Karet	48
4.1 Latar Belakang Pengolahan Karet.....	48
4.2 Tahapan Proses.....	51
4.2.1 Proses Fermentasi.....	53
4.2.2 Metode Analisa Kandungan Biji Karet Selama Fermentasi	55
4.3 Hasil Analisa Fisiko Kimia	56
5. Aplikasi Biji Karet Terfermentasi	71
5.1 Pembuatan Produk	71
5.2 Analisa Kelayakan Usaha.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.1 Kapasitas Produksi	74
5.2.2 Analisis Aspek Finansial.....	Error! Bookmark not defined.

5.2.4	Harga Pokok Penjualan	76
5.2.5	<i>Break Event Point (BEP)</i>	77
5.2.6	Hasil Analisis Finansial.....	77
5	DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Rangkuman penelitian terkait upaya pengurangan kadar sianida pada komoditas pertanian <small>16</small>	11
Tabel 2	Luas Areal dan Produksi Karet Menurut Provinsi Tahun 2016 di Provinsi Kalimantan	18
Tabel 3	Luas Areal, Produksi, dan Pekebun Komoditi Karet Provinsi Kalimantan Barat Tahun 2013	20
Tabel 4	Kandungan gizi biji karet unggul sebelum diberikan perlakuan	24
Tabel 5	Rancangan Penelitian	54
Tabel 6	Analisa Perlakuan Terbaik	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Tanaman Karet muda (kiri) dan karet dewasa (kanan)	15
Gambar 2	Area perkebunan karet, dengan wilayah utama (1) Sumatera Selatan, (2) Sumatera Utara, (3) Riau, (4) Jambi, dan (5) Kalimantan Barat	17
Gambar 3	Bagian-bagian biji karet	23
Gambar 4	(a) Biji Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>), (b) Daging biji karet dan (c) Biji karet setelah dibelah	25
Gambar 5	Proses glikolisis fermentasi	33
Gambar 6	Proses fermentasi biji karet dengan mikroba <i>Lactobacillus</i> sp. dan <i>Saccaromyces cerevisiae</i>	55
Gambar 7	Kadar HCN biji karet hasil fermentasi	56
Gambar 8	Kadar protein biji karet hasil fermentasi	60
Gambar 9	Kadar karbohidrat biji karet hasil fermentasi	64
Gambar 10	Kadar lemak biji karet hasil fermentasi	65
Gambar 11	Kadar abu biji karet hasil fermentasi	68
Gambar 12	Proses pembuatan tahu biji karet	72

1.

Bahan Alam Bersianida

1.1 Sianida

Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati yang dapat berpotensi sebagai zat racun karena dapat terurai dan mengeluarkan hydrogen sianida (HCN). HCN dengan struktur molekul CN⁻ dapat dikeluarkan apabila suatu bahan dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Bila dicerna, HCN sangat mudah terserap oleh alat pencernaan masuk kedalam saluran darah (Winarno, 2004).

Asam sianida (HCN) merupakan senyawa anti nutrisi yang banyak terkandung didalam jenis tumbuhan seperti ketela pohon, gadung, rebung dan lain-lain. Berdasarkan kajian medis menegnai asam sianida menyatakn bahwa asam sianida dapat menganggu kesehatan, terutama sistem pernapasan, hal ini disebabkan karena terikatnya darah oleh senyawa HCN. Kandungan asam sianida akan menjadi toksik bagi tubuh apabila dikonsumsi pada kadar HCN >50 ppm. Apabila konsumsi HCN diatas ambang batas kemampuan tubuh manusia mentolerir senyawa tersebut maka dapat terjadi keracunan dan menyebabkan kematian. Dosis oral HCN yang dapat menimbulkan kematian yaitu 0.5-3.5 mg/kg berat badan. Gejala keracunana oleh asam sianida (HCN) antara lain respirasi cepat, penurunan tekanan darah, denyut nadi cepat, pusing, sakit kepala, sakit perut, muntah, diare dan kejang-kejang. Tubuh manusia

sebenarnya memiliki kemampuan melindungi diri terhadap HCN dengan cara detoksifikasi HCN menjadi ion tiosinat yang relatif kurang toksik. Detoksifikasi berlangsung dengan perantara enzim rodanase (transulfurase) yang terdapat di dalam jaringan terutama hati. (Sentra Informasi Keracunan Nasional, 2016).

HCN dalam bahan baku pangan itu sendiri merupakan jenis sianida yang sifatnya mudah larut dalam air sehingga apabila diberikan perlakuan berupa pencucian, perendaman dan perebusan maka akan menurunkan kadar HCN tersebut. Asam sianida (HCN) disebut juga dengan nama Linamarin yang dapat meracuni manusia apabila dikonsumsi tanpa dihilangkan terlebih dahulu kandungan HCN nya. Penurunan kadar asam sianida (HCN) dapat dilakukan dengan perebusan dan perendaman dimana proses ini bertujuan agar terjadi proses hidrolisa enzimatik pada ikatan sianida karena salah satu sifat dari asam sianida (HCN) ini yaitu mudah larut dalam air karena memiliki titik didih yang rendah yaitu sebesar 26° C (Atklistiyanti *et al.*, 2013).

2.2 Bahan Alam Bersianida

Glikosida sianogenik juga terdapat pada berbagai tanaman dengan nama senyawa yang berbeda seperti amigladin pada biji almond, apricot dan apel. Dhurin pada biji shorgum, dan linamarin pada biji kara dan singkong. Senyawa dengan unsur dominan karbon dan nitrogen ini ada dalam bentuk gas, cairan, ataupun padat. Aromanya dikatakan menyerupai kacang almond mentah, namun tidak semua orang dapat mendeteksi aroma ini. Sianida dapat terbentuk secara alami maupun dibuat oleh manusia, dan memiliki sifat racun yang sangat kuat serta bekerja dengan cepat. Sianida juga dapat diproduksi oleh beberapa jenis bakteri, jamur dan ganggang yang ditemukan pada sejumlah tanaman, biji-bijian, dan buah-buahan tertentu. Dengan demikian, dapat diartikan bahwa ada sejumlah makanan mengandung sianida yang dapat menyebabkan keracunan sianida, jika dikonsumsi dengan cara yang salah.

Menurut Adrian (2018), beberapa bahan yang secara alami mengandung sianida meliputi:

- **Singkong**

Sebagai sumber karbohidrat, singkong atau dikenal dengan sebutan ubi kayu termasuk salah satu makanan utama di daerah tropis. Singkong bisa jadi berbahaya apabila dikonsumsi dalam kondisi mentah, dalam jumlah banyak, atau bila cara pengolahannya tidak tepat. Hal ini diakrenakan singkong mengandung bahan kimia yang disebut glikosida sianogenik, yang dapat melepaskan zat sianida dalam tubuh saat dikonsumsi. Di beberapa negara, singkong juga telah

12

terbukti menyerap bahan kimia berbahaya dari dalam tanah, seperti arsenik dan kadmium. Hal ini dapat meningkatkan risiko kanker pada mereka yang bergantung pada singkong sebagai makanan pokok. Namun, singkong umumnya aman dikonsumsi selama cara mengolah dan memasaknya benar, dan dikonsumsi dalam porsi wajar. Kupas kulit singkong dengan benar, karena kulit singkong mengandung sianida paling tinggi. Rendam singkong setidaknya dua hari sebelum dimasak. Dan pastikan Anda memasaknya dengan benar sampai matang. Cara aman untuk mengonsumsi singkong lainnya adalah dengan memadukannya bersama makanan yang mengandung protein. Protein diketahui dapat membersihkan sianida dari tubuh.

- Apel

Sebagaimana sebuah ungkapan mengatakan, satu apel setiap hari dapat menjauhkan penyakit. Itu sebabnya, jarang ada yang menyangka buah apel mengandung sianida yang beracun.³

Nyatanya, di tiap bagian tengah apel, terdapat biji-biji kecil berwarna hitam yang mengandung zat amygdalin. Zat ini akan melepaskan sianida saat berinteraksi dengan enzim pencernaan. Dosis kecil sianida dapat dinetralkan oleh enzim dalam tubuh. Namun jika dosisnya lebih besar, dapat membahayakan. Tapi tidak perlu terlalu khawatir, karena untuk mencapai dosis sianida yang berbahaya, dibutuhkan sekitar 200 biji apel.

- **Kacang almond**

Kacang almond yang berasal dari kawasan Timur Tengah kini semakin banyak dikonsumsi di Indonesia. Almond yang tumbuh liar memiliki kandungan amygdalin glikosida yang dapat melepaskan racun sianida saat dikonsumsi. Meski demikian, kini sebagian besar almond yang dikembangkan merupakan jenis almond manis yang tidak beracun dan aman untuk dikonsumsi.

- **Buah persik dan apricot**

Sebagaimana biji apel, biji buah *peach* atau persik dan aprikot juga mengandung zat glikosida sianogenik yang dapat berubah menjadi sianida ketika dikonsumsi. Tidak hanya untuk manusia, jika konsumsi dalam jumlah besar, buah ini dapat membahayakan juga untuk hewan. Buah *peach* yang sudah dikupas ataupun dalam kemasan, umumnya lebih bisa ditoleransi tubuh. Selain risiko beracun, ada pula sebagian orang yang alergi terhadap protein dalam buah *peach*. Gejala alergi ringan ataupun berat bisa terjadi, mulai dari bagian pencernaan hingga pernapasan.

- **Ceri hitam**

Amygdalin yang dapat berubah menjadi sianida juga terdapat pada daun, ranting, kayu, dan biji buah ceri hitam. Daun ceri hitam yang sudah layu diketahui lebih banyak mengandung zat sianida dan dapat menyebabkan keracunan sianida. Namun, meskipun bijinya sangat berbahaya, buah ceri hitam aman untuk dikonsumsi. Buah yang memiliki nama

latin *Prunus serotina* ini banyak dijadikan selai ataupun bahan pelengkap memasak lainnya.

- **Biji Karet**

Daging biji karet masih belum banyak dimanfaatkan secara maksimal walaupun memiliki kandungan gizi yang relative baik untuk tubuh manusia, hal ini dikarenakan adanya zat anti nutrisi berupa HCN yang cukup tinggi pada daging biji karet tersebut dengan kisaran 330 mg/100 g berat kering (Rahmawati, dkk., 2017).

1.3 Penanganan Bahan Bersianida

Secara tradisional, pengurangan atau penghilangan sianida pada komoditas pertanian telah banyak dilakukan, tentunya dengan menggunakan alat dan bahan yang tersedia dalam kapasitas rumah tangga. Sebagai contoh pada singkong, dapat dilakukan dengan mengupas kulitnya sebelum diolah, singkong tersebut sebelumnya dikeringkan, dilanjutkan dengan perendaman sebelum dimasak atau difermentasi selama beberapa hari.

Perlakuan tersebut mengakibatkan rusaknya linamarin dan kadar sianidanya ikut terbuang keluar sehingga kandungannya hanya sekitar 10-40 mg/kg. Disamping itu, hidrogen sianida akan mudah hilang oleh penggodokan, asal tidak ditutup rapat. Melalui pemanasan, enzim yang berperan dalam pemecahan linamarin menjadi inaktif sehingga Hcn tidak terbentuk. (Winarno, 2004).

Linamarin ($2\text{-}\beta\text{-D-glucopyranosyloxy-2-methylpropanenitrile}$), istilah ini merupakan bentuk turunan dari valine yang termasuk kedalam golongan senyawa glikosida cyanogenik. Linamarin sendiri menjadi ciri khas yang terkandung pada permukaan kulit ubi kayu atau singkong. Jumlahnya jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan bahan glukosida cyanogenik lainnya yaitu lotaustralin dengan perbandingan masing-masing 93 : 7 yang umumnya terpusat pada daun, kulit dan umbi singkong. Oleh karena adanya enzim linamarase (β glukosidase), senyawa glukosida cyanogenik tersebut akan terhidrolisa menjadi acetocyanohidrin. Untuk kemudian acetocyanohidrin tersebut terurai menjadi hidrogen cyanida. Perlu diketahui bahwa hidrogen sianida itu sendiri merupakan bahan yang bersifat toksik bagi makhluk hidup. Bahkan untuk tumbuhan yang mengandung hidrogen sianida tersebut cenderung memiliki ketersediaan cadangan energy yang kurang didalam selnya (Hartati, dkk., 2008). Pada Tabel 1 ditunjukkan beberapa penelitian terkait upaya mengurangi kadar sianida pada komoditas pertanian.

Tabel 1. Rangkuman penelitian terkait upaya pengurangan kadar sianida pada komoditas pertanian.

No.	Bahan	Upaya	Situsi
1.	Singkong	Pencacahan dan Pemanasan <u>setiap 7 jam</u> Penggantian larutan dan Hutami dan konsentrasi NaHCO ₃ Perendaman dengan larutan NaHCO ₃ 20% dengan variasi lama perendaman	Yuningsih, 2009 Harijono, 2014 Triana dan Kamila, 2018
		Perendaman dengan aquades dan pengadukan bertingkat Fermentasi	Yerizan, dkk. Hermanto dan Fitriani, 2018
2	Kacang Koro	Perendaman dengan NaCl Penggorengan	Arianto, dkk (2014) Hatmi, dkk (2016)
3	Biji Karet	Perendaman dengan air yang dicampur dengan arang sekam padi dan NaCl perbandingan 1 : 1 dengan konsentrasi 20%, 30% dan 40% selama 12 jam, 24 jam, dan 36 jam. Perlakuan pengukusan Yatno, dkk. 2015 dengan lama waktu 10, 20, dan 30 menit. Dengan atau tanpa Indrawati dan perendaman dengan larutan Ratnawati, 2017. kapur sirih konsentrasi 0,3%, 0,6, 0,9% 1,2% dan 1,5%. Dengan atau tanpa Rahmawati, perendaman air dan atau dkk., 2017. perebusan	Ningsih, dkk. 2010 Yatno, dkk. 2015 Ratnawati, 2017.

Info Corner:

Sianida pertama kali digunakan sebagai senjata kimia dalam bentuk gas HCN dalam Perang Dunia I. Mulai tahun 1915, militer Perancis menggunakan sekitar 4000 ton sianida, tanpa keberhasilan yang nyata. Kegagalan ukuran ini mungkin disebabkan oleh volatilitas yang tinggi sianida dan kurangnya jumlah bahan kimia yang dibutuhkan untuk memberikan efek biologis pada manusia. Pengenalan sianogen klorida dilakukan oleh Perancis pada tahun 1916 yang tersedia dalam senyawa kurang stabil. Penggunaan sianida lainnya adalah pada serangan Jepang di China sebelum dan selama Perang Dunia II dan serangan Irak pada Kurdi pada 1980-an.

Sumber : <https://doktersehat.com/toksisitas-sianida-sejarah-sianida-metabolisme-karacunan-dalam-tubuh-dan-penanganan/>.

2. Komoditas Perkebunan Karet

2.1 Tanaman Karet

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan komoditas sektor perkebunan yang sangat beragam sekaligus berlimpah. Hal ini didukung oleh keadaan tanah dan letak geografis serta iklim Indonesia yang sangat mendukung kesuburan bidang pertanian dan perkebunan. Menurut Murjoko (2017) terdapat lima komoditas unggulan pada sektor perkebunan di Indonesia dari tahun 2012-2016 meliputi kelapa sawit, karet, kelapa, kopi dan kakao. Dari lima sector utama perkebunan Indonesia, tanaman karet menjadi komoditas unggulan nomor dua setelah kelapa sawit dimana dari tahun 2012-2016 dengan volume ekspor dari karet mampu mencapai nilai tertinggi di tahun 2014 hingga sebesar 221,2 ribu ton.

Karet sendiri bukan berasal dari area Indonesia, melainkan wilayah negara Amerika Latin yaitu Brasil sehingga nama latinnya yaitu *Hevea brasiliensis*. Pada abad ke 18 tanaman karet mulai dikenal sebagai tanaman perkebunan yang termasuk kormofita berbiji dikarenakan perkembang-biakannya yaitu reproduksi secara generatif (Kasrianti, 2017). Tanaman karet mulai dikenal di Indonesia sejak tahun 1876 oleh Henry A. Wickham di pertanian Bogor dan kemudian dilakukan pemasukan bibit-bibit karet ditahun 1890, 1896 dan 1898 namun memerlukan waktu yang lama dalam budidayanya (Ardhiyan, 2013).

Indonesia sendiri menduduki posisi kedua untuk penghasil karet terbesar kedua setelah Thailand di kawasan Asia. Data Badan Pusat Statistik tahun 2014 menunjukkan bahwa Indonesia mampu menghasilkan 3.200.000 ton karet dalam setahun, selanjutnya diikuti oleh negara Malaysia, Vietnam, dan India. Melimpahnya komoditas karet tersebut menjadikan negara Indonesia sebagai produsen karet untuk kebutuhan pasar global. Dimulai sejak tahun 1960-an, Indonesia telah merintis industri berbahan dasar karet dan makin meningkat disetiap tahunnya. Dari sekian banyak industri, 80% diproduksi oleh petani kecil untuk dijual pada produsen besar. Struktur botani tanaman karet adalah sebagai berikut (Ismu, 2017):

10	
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Hevea
Spesies	: <i>Hevea brasiliensis</i>

Gambar 1 menunjukkan perbedaan tanaman karet muda dan dewasa yang biasa tumbuh diberbagai daerah baik Indonesia maupun negara tropis lainnya. Perbedaan antara tanaman karet muda dan sudah dewasa yaitu terletak pada bentuk ranting. Bentuk ranting tersebut berpengaruh pada banyaknya daun dalam setiap pohon. Tanaman karet yang masih muda memiliki ranting utama yang menjulur satu, sedangkan untuk tanaman karet yang sudah dewasa memiliki banyak cabang sehingga daunnya semakin banyak dalam satu pohon tersebut.



Gambar 1. Tanaman Karet muda (kiri) dan karet dewasa (kanan)

Sumber : Kasrianti (2017)

Perkebunan karet yang berada di Indonesia berasal dari Perkebunan Rakyat (PR) sebesar 84,18%, Perkebunana Besar Negara (PBN) sebesar 7,46%, dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) sebesar 8,35%. Perkembangan luas areal karet di Indonesia mengalami peningkatan sejak tahun 1980-2016 yaitu rata-rata pertumbuhannya sebesar 1,2% per tahun yaitu dari 2,38 juta ha pada tahun 1980 menjadi 3,67 juta ha pada tahun 2016. (Murjoko, 2017).

Gambar 2 menunjukkan sebaran area pertumbuhan tanaman karet di Indonesia. Bagian dari pulau di Indonesia yang memiliki banyak tanaman karet adalah Pulau Kalimantan, data lengkap tanaman karet di Pulau Kalimantan tersaji pada Tabel 2 .



Gambar 2. Area perkebunan karet, dengan wilayah utama (1) Sumatera Selatan, (2) Sumatera Utara, (3) Riau, (4) Jambi, dan (5) Kalimantan Barat.

Sumber : Indonesia Investments (2018)

Fakta yang berkembang saat ini adalah, Indonesia masih kalah bersaing dengan negara kompetitor penghasil karet untuk level produktivitas per hektarnya. Menurut Indonesia Investments (2018), penyebab rendahnya nilai produktivitas tersebut yaitu usia tanaman karet yang relatif tua dan kemampuan investasi para petani kecil yang masih rendah embgakibatkan rendahnya hasil panen. Ketika negara Thailand yang mampu memproduksi 1.800 kg karet per hektar per tahun, Indonesia hanya mampu memproduksi 1.080 kg per tahunnya. Negara Vietnam dan Malaysia juga memiliki produktivitas yang lebih tinggi per hektar per tahunnya yaitu masing-masing mencapai angka 1.720 kg/ha per tahun dan 1.510/ha per tahun.

Tabel 2. Luas Areal dan Produksi Karet Menurut Provinsi Tahun 2016 di Provinsi Kalimantan

No	Provinsi	Perkebunan rakyat		Perkebunan Negara		Perkebunan swasta		Jumlah/total	
		Luas (Ha)	Produksi (Ton)	Luas (Ha)	Produksi (Ton)	Luas (Ha)	Produksi (Ton)	Luas (Ha)	Produksi (Ton)
1	Kalimantan Barat	348.977	208.790	2.616	1.861	14.769	23.612	366.362	234.263
2	Kalimantan Tengah	269.725	111.813	3.925	3.673	5.965	2.795	279.615	118.281
3	Kalimantan Selatan	158.444	131.439	20.436	21.822	11.770	11.658	190.650	164.919
4	Kalimantan Timur	47.334	42.790	2.447	3.985	20.560	28.065	70.341	74.840
	Kalimantan Utara	792	21	-	-	-	-	794	21
	Wilayah Kalimantan	825.274	494.853	29.424	31.341	53.064	66.130	907.762	592.324

Sumber: Direktorat Jendral Perkebunan (2015)

Berdasarkan Tabel 2, tersebut diatas dapat diketahui bahwa luas areal perkebunan karet di Kalimantan Barat cukup luas dibandingkan dengan provinsi Kalimantan lainnya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa potensi tanaman karet di Kalimantan barat cukup baik sehingga potensi untuk pemanfaatan dalam bidang pangan maupun non pangan cukup tinggi. Uraian luas areal tanaman karet di Kalimantan Barat disajikan dalam ⁷ Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Luas Areal, Produksi, dan Pekebun Komoditi Karet Provinsi Kalimantan Barat Tahun 2013

No	Kabupaten	Total	Jumlah	Ratarata	Jumlah
		Area (Ha)	produksi (Ton)	produksi (Ton/Ha)	Pekebun (KK)
1	Sambas	54.064	17.029	796	39.746
2	Bengkayang	52.107	23.748	762	31.840
3	Landak	79.283	36.319	856	32.488
4	Pontianak	13.639	4.311	887	9.404
5	Sanggau	105.103	53.290	915	50.943
6	Ketapang	31.366	16.218	908	19.690
7	Sintang	86.169	37.450	997	44.083
8	Kapuas Hulu	48.348	16.382	786	31.141
9	Sekadau	42.019	21.849	766	16.070
10	Melawi	32.534	15.299	838	15.844
11	Kayong Utara	4.222	1.021	617	3.018
12	Kubu Raya	33.925	13.541	749	16.924
13	Singkawang	10.055	5.121	790	6.194
Jumlah		592.834	261.578	851	317.385

Sumber: Meiratania (2014)

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa untuk tahun 2013, total luas areal perkebunan karet di Kalimantan Barat yaitu mencapai angka sebesar 592.834 dengan jumlah produksi 261.578 ton. Sedangkan mengenai data luas areal perkebunan karet di Kalimantan Barat pada tahun 2015 menunjukkan adanya ²⁵ penurunan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya pengalihan lahan dari perkebunan karet menjadi perkebunan sawit. Pemanfaatan tanaman karet di Kalimantan Barat itu sendiri sejauh ini masih memanfaatkan kayunya sebagai bahan bangunan dan getah karet sebagai sumber lateks.

Tanaman karet di Indonesia selama ini hanya dimanfaatkan dalam aspek pertanian, seperti pohon karet dijadikan tegakan tanaman untuk tanaman pertanian lainnya seperti tanaman toga dan hortikultura. Selain aspek pertanian juga dimanfaatkan dalam aspek pembangunan dan lingkungan, yaitu seperti pemanfaatan pohon karet untuk kayu untuk bahan baku pembangunan rumah dan lainnya.

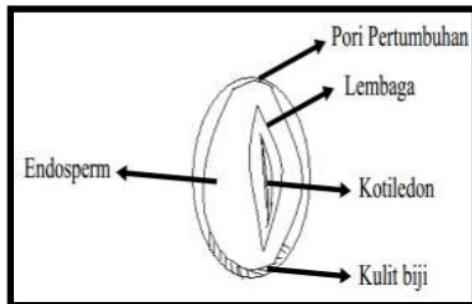
Selain itu, dilihat dari aspek lingkungan tanaman karet bermanfaat sebagai penghasil oksigen, mencegah erosi dan getahnya dapat digunakan sebagai getah bahan baku industri untuk lateks. (Pusat Penelitian Karet, 2014). Hampir semua bagian yang terdapat pada pohon karet dapat dimanfaatkan, baik berupa batang pohon, daun, dan getah. Namun untuk biji karet sampai saat ini masih menjadi limbah dan belum banyak dimanfaatkan khususnya bagi masyarakat Kalimantan Barat di Kabupaten Kayong Utara. Meskipun ada beberapa wilayah seperti Bengkulu yang sudah mulai mengolah menjadi beberapa produk makanan.(Rivai, 2015).

Industri hilir di Indonesia relatif belum banyak dikembangkan. Negara saat ini masih bergantung pada produk-produk impor olahan karet akibat dari kurangnya fasilitas pengolahan karet domestik dan perkembangan industri manufaktur dengan baik. Perkembangan ini juga akibat dari rendahnya konsumsi karet di pasar domestik dibandingkan dengan kebutuhan pasar ekspor dunia. Kurang lebih sebanyak 85% hasil perkebunan karet di ekspor ke luar negeri untuk diolah, selanjutnya hasil olahan tersebut dikonsumsi kembali oleh masyarakat Indonesia melalui impor. Kendati demikian, mulai ada beberapa perubahan di beberapa tahun terakhir, walaupun tidak berubah signifikan, data statistik perindustrian dan perdagangan menunjukkan bahwa jumlah karet yang dieksport mengalami penurunan karena kebutuhan pasar domestik (Indonesia Investment, 2018).

2.2 Biji Karet

Biji karet merupakan bagian yang terdapat didalam buah karet. Buah biji karet berbentuk kotak tiga atau empat. Buah biji karet muda berwarna hijau namun setelah berumur enam bulan buah karet berubah warna menjadi coklat dan pecah sehingga akan melepaskan buah karet dari tempurung buah karet tersebut. (Ulya, 2017). Biji karet juga merupakan bagian hasil samping dari tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) yang termasuk kedalam limbah yang belum banyak dimanfaatkan. Biji karet memiliki kulit atau cangkang yang keras dan bentuknya berukuran besar. Warna dari biji karet yaitu berwarna coklat kehitaman dengan memiliki motif-motif khas biji karet seperti corak batik. Kandungan gizi tertinggi yang terdapat dalam biji karet

adalah minyak dan protein serta asam amino esensial yang banyak dibutuhkan oleh tubuh (Nazarudin dan Paimin, 2012). Gambar 3 menunjukkan bagian-bagian biji karet, terdapat 5 komponen dalam biji karet yaitu pada bagian luar terdapat kulit biji karet yang berwarna coklat keras. Bagian yang kedua yaitu pori pertumbuhan, bagian ketiga yaitu endosperm atau daging biji karet yang digunakan untuk bahan baku produk pangan. Komponen selanjutnya yaitu lembaga yang merupakan bagian sebelum kotiledon atau bakal daun, dan komponen yang terakhir yaitu kotiledon.



Gambar 3. Bagian-bagian biji karet

Sumber: Kasrianti (2017)

Kandungan gizi yang terdapat pada biji karet (*Hevea brasiliensis*) yaitu kandungan proteinnya mencapai 27% yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein nabati. Namun meskipun demikian, sampai saat ini belum banyak pemanfaatan mengenai biji karet. Hal ini disebabkan karena didalam biji karet juga mengandung Linamarin (Sianogenik glukosida) yang cukup tinggi. Dimana Linamarin ini merupakan kandungan racun yang akan menghasilkan asam sianida (HCN) apabila terjadi proses hidrolisis.

Hal ini lah yang menyebabkan biji karet berbahaya dikonsumsi apabila tidak diberikan perlakuan terlebih dahulu untuk menghilangkan HCN nya. Berikut ini data kandungan biji karet yang belum diberikan perlakuan apapun yang disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kandungan gizi biji karet unggul sebelum diberikan perlakuan

Kandungan Gizi	Kadar (%)
Protein	27
Lemak	32,3
Air	3,6
Abu	2,4
Thiamin	450 µg
Karoten dan tokoferol	250 µg
Asam sianida	33000 ppm/330mg

Sumber: Kusnanto *et al.*, 2013

Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa kandungan tertinggi yang terdapat dalam biji karet yaitu asam sianida atau HCN sebesar 33000 ppm/330 mg atau setara dengan 100 ppm/mg. dilihat dari kandungan gizinya yang tertinggi yaitu lemak dan yang terendah yaitu abu. Kandungan protein biji karet yaitu sebesar 27%, dimana kandungannya diatas kandungan protein dari kacang hijau yaitu 24 % dan kacang hitam sebesar 21% serta hampir sama dengan kandungan protein kacang tanah sebesar 27,9%. Meskipun demikian presentase protein biji karet masih dibawah kandungan protein yang terdapat dalam kedelai yaitu sebesar 36% (*USDA Food Composition Database*, 2014).

Gambar 4a, 4b, dan 4c menunjukkan penampakan biji karet, daging biji karet dan biji karet yang sudah terbelah menjadi dua bagian. Ketiga gambar dibawah ini menunjukkan bahwa tempurung biji karet berwarna coklat dengan motif khas, sedangkan daging biji karet berwarna putih dengan dilapisi kulit ari biji karet. Biji karet merupakan dikotiledon karena jumlah keping bijinya yaitu dua seperti ditunjukan pada Gambar 4 dimana biji karet sudah dibelah menjadi dua bagian.



Gambar 4. (a) Biji Karet (*Hevea brasiliensis*), (b) Daging biji karet dan (c) Biji karet setelah dibelah

2.3 Kandungan Asam Sianida (HCN) pada Biji Karet

20 Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati yang dapat berpotensi sebagai zat racun

karena dapat terurai dan mengeluarkan hydrogen sianida (HCN). HCN pada biji karet dapat dikeluarkan apabila suatu bahan dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Bila dicerna, HCN sangat mudah terserap oleh alat pencernaan masuk kedalam saluran darah. Glikosida sianogenik juga terdapat pada berbagai tanaman dengan nama senyawa yang berbeda seperti amigladin pada biji almond, apricot dan apel. Dhurin pada biji shorgum, dan linamarin pada biji kara dan singkong (Winarno, 2004)

Pengurangan atau penghilangan bahan beracun pada suatu bahan pangan dapat dilakukan secara tradisional. Seperti pada singkong, dapat dilakukan dengan mengupas kulitnya sebelum diolah, singkongnya dikeringkan, direndam sebelum dimasak atau difermentasi selama beberapa hari. Dengan perlakuan tersebut linamarin yang terkandung dapat rusak dan kadar sianidanya ikut terbuang keluar sehingga kandungannya hanya sekitar 10-40 mg/kg. disamping itu hydrogen sianida akan mudah hilang oleh penggodokan, asal tidak ditutup rapat. Dengan pemanasan, enzim yang berperan dalam pemecahan linamarin menjadi inaktif sehingga Hcn tidak terbentuk. (Winarno, 2004)

7

Asam sianida (HCN) merupakan senyawa anti nutrisi yang banyak terkandung didalam jenis tumbuhan seperti ketela pohon, gadung, rebung dan lain-lain. Berdasarkan kajian medis menegnai asam sianida menyatakn bahwa asam sianida dapat menganggu kesehatan, terutama sistem pernapasan, hal ini disebabkan karena terikatnya darah oleh senyawa HCN. Kandungan asam sianida akan menjadi toksik bagi tubuh apabila dikonsumsi pada kadar HCN >50 ppm. Apabila konsumsi HCN diatas ambang batas kemampuan

tubuh manusia mentolerir senyawa tersebut maka dapat terjadi keracunan dan menyebabkan kematian.

Dosis oral HCN yang dapat menimbulkan kematian yaitu 0.5-3.5 mg/kg berat badan. Gejala keracunana oleh asam sianida (HCN) antara lain respiration cepat, penurunan tekanan darah, denyut nadi cepat, pusing, sakit kepala, sakit perut, muntah, diare dan kejang-kejang. Tubuh manusia sebenarnya memiliki kemampuan melindungi diri terhadap HCN dengan cara detoksifikasi HCN menjadi ion tiosinat yang relatif kurang toksik. Detoksifikasi berlangsung dengan perantara enzim rodanase (transulfurase) yang terdapat di dalam jaringan terutama hati (Sentra Informasi Keracunan Nasional, 2016).

HCN dalam bahan baku pangan itu sendiri merupakan jenis sianida yang sifatnya mudah larut dalam air sehingga apabila diberikan perlakuan berupa pencucian, perendaman dan perebusan maka akan menurunkan kadar HCN tersebut. Asam sianida (HCN) disebut juga dengan nama Linamarin yang dapat meracuni manusia apabila dikonsumsi tanpa dihilangkan terlebih dahulu kandungan HCN nya. Penurunan kadar asam sianida (HCN) dapat dilakukan dengan perebusan dan perendaman dimana proses ini bertujuan agar terjadi proses hidrolisa enzimatik pada ikatan sianida karena salah satu sifat dari asam sianida (HCN) ini yaitu mudah larut dalam air karena memiliki titik didih yang rendah yaitu sebesar 26°C (Atklistiyanti dkk., 2013).

Sifat fisika tersebut banyak memenfaatkan teknologi sederhana untuk menurunkan kadar HCN. HCN pada singkong kayu daat diturunkan dengan cara perendaman dengan air. HCN memiliki sifat mudah menguap sehingga pada suhu kamar kanudngan HCN

tersebut juga dapat menguap. Oleh karenanya dengan perlakuan pencacahan atau pemotongan menjadi lebih kecil mampu menurunkan kadar HCN pada daging umbi.

Winarno (2002) menjelaskan bahwa untuk mengolah umbi yang pahit, dapat digunakan beberapa cara, yaitu dengan cara pengeringan, perendamam, pemasakan atau dilakukan fermentasi selama beberapa hari. Melalui beberapa cara tersebut, bagian dari turunan glikogen sianogenik berupa linamarin akan rusak dan tersisa 10-40 mg/kg bahan yang mengandung HCN (Yerizam, dkk, 2018).

2.4 Kandungan Lain pada Biji Karet

Biji karet mengandung protein yang cukup tinggi (27%) dan belum termnfaatkan dengan baik. Protein merupakan suatu zat makanan yang penting bagi tubuh karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga bermanfaat untuk dijadikan zat pembangun dan pengatur dalam bentuk asam amino atau protein. Pada prinsipnya protein yang memiliki nilai perbandingan sama dengan protein yang dibutuhkan oleh manusia dapat dikatakan protein tersebut memiliki mutu yang tinggi, begitu juga sebaliknya. Jumlah asam amino yang tidak esensial tidak dapat digunakan sebagai pedoman karena asam-asam amino tersebut dapat disintesis dalam tubuh (Winarno, 2004)

Di Indonesia, jenis protein yang biasa dikonsumsi yaitu terbagi menjadi dua jenis, yaitu protein hewani dan protein nabati. Hamidah (2017) menyatakan bahwa jenis bahan makanan sumber protein hewani yaitu seperti ikan dan hasil laut lainnya, telur, susu, daging dan lainnya. Adapun bahan makanan sumber protein nabati meliputi jamur, serealia, kacang-kacangan dan olahannya.

Biji karet sendiri masih banyak digunakan sebagai bahan produksi sampingan dan bukan bahan industri utama. Biji karet umumnya hanya digunakan sebagai bibit. Dengan kandungan nutrisi yang sebenarnya cukup tinggi, banyak potensi yang bisa diperoleh dengan mengolah biji karet tersebut.

Beberapa penelitian mengupayakan untuk mengolah biji karet minyak goreng (Simarmata dan Pato, 2018). Hal yang menjadi kendala dalam pengolahan biji karet menjadi minyak goreng sama halnya dengan pengolahan menjadi bahan pangan yaitu karena adanya kandungan bahan linamarin yang cukup tinggi pada biji karet. Penelitian dengan memanfaatkan biji karet untuk menjadi minyak goreng tersebut menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi suhu pemanasan maka kandungan asam sianida, bilangan asam serta berat jenis akan semakin kecil. Hal ini justru akan meningkatkan nilai bilangan penyabunan. Sayangnya, penelitian ini masih memerlukan upaya untuk menurunkan kadar HCN mengingat kadar aman untuk dijadikan bahan konsumsi adalah dibawah 1 ppm.

Info Corner:

Biji karet bisa digunakan sebagai bahan obat. Biji karet mengandung berbagai jenis senyawa dan nutrisi seperti lemak, air, protein dan senyawa lain. Selain itu biji karet juga mengandung beberapa jenis bahan seperti tiamin, asam nikotinat, akroten, tokoferol yang bisa digunakan untuk campuran bahan obat-obatan dan produk makanan. Semua bahan ini biasanya sudah diolah dengan proses yang higienis sehingga bisa digunakan secara aman

.Sumber : <https://www.kompasiana.com/12ichy/5886c29493fdfdc40f2aaa66/fakta-menarik-tentang-tumbuhan-karet>

3.

Fermentasi

3.1 Definisi

Setiap hari, sebagian besar manusia memanfaatkan produk baik pangan maupun non pangan hasil dari penggeraman. Penggeraman itu sendiri dapat terjadi karena dua hal, yang pertama yaitu terjadi dengan sendirinya atau disebut dengan *spontaneous process*. Kedua, adalah proses penggeraman yang disengaja, yaitu mengupayakan terjadinya produk baru hasil penggeraman dengan memberikan induksi barang asing. Istilah penggeraman sendiri dalam bahasa ilmiah disebut dengan fermentasi. Fermentasi sendiri berasal dari bahasa Yunani kuno, yaitu ferment yang artinya adalah gelembung (Tantalu, 2017).

Gelembung yang terjadi pada suatu bahan disebabkan karena adanya aktivitas barang hidup yang dikenal dengan mikroba. Awal mula terjadinya fermentasi mulai diteliti yaitu pada saat pembuatan minuman anggur dengan cara menyimpan buah anggur dalam suatu gerabah tanah liat berbulan-bulan, dimana terdengar suara gelembung yang berasal dari dalam gerabah. Semakin lama penyimpanan, cairan yang dihasilkan dari penyimpanan tersebut semakin terasa nikmat. Inilah sejarah asal pembuatan produk pangan dengan memanfaatkan teknologi fermentasi. Sejarah pembuatan roti juga disebutkan bahwa, ketika adonan tepung dan telur diberi ragi pada susu mengakibatkan produk roti menjadi lebih mengembang. Aplikasi fermentasi sekali lagi bermanfaat khususnya dalam diversifikasi pangan.

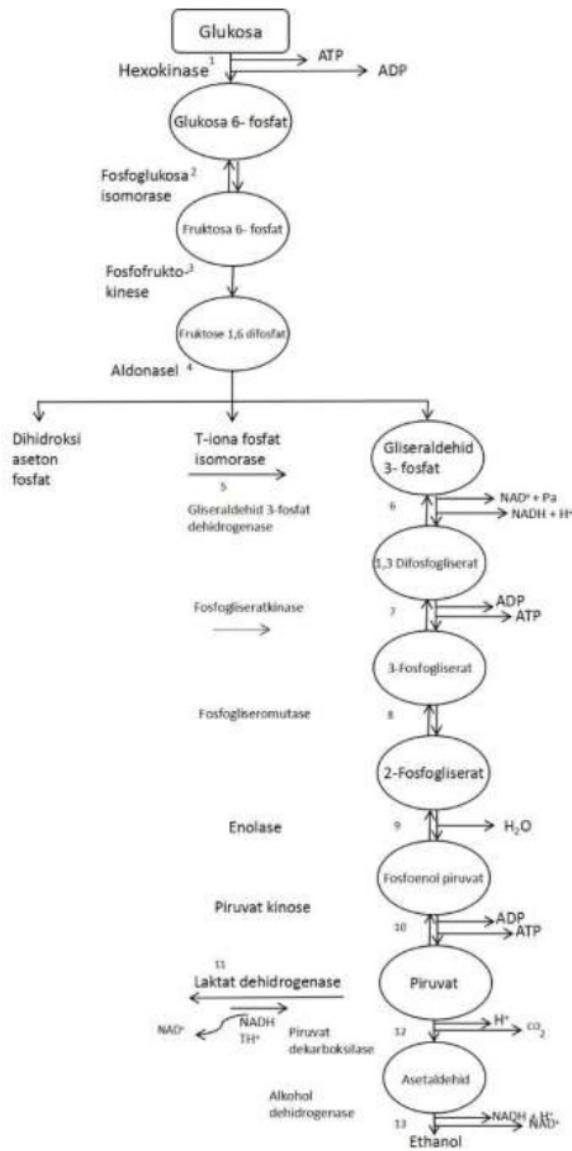
Menurut Buckle, dkk (2013), fermentasi pada produk pangan merupakan wujud adanya aktivitas yang dilakukan oleh mikroorganisme, baik dari beberapa jenis bakteri atau kelompok jamur yaitu kapang atau khamir. Aktivitas fermentasi yang dimaksud tersaji pada Gambar 5. Bahan baku utama terjadinya proses fermentasi adalah adanya glukosa. Bahan glukosa tersebut akan berubah menjadi glukosa 6-fosfat oleh karena aktivitas enzim hexolinase yang disekresikan oleh mikroorganisme dengan bantuan pelepasan 1 fosfat dari ATP (*Adenosin Triphosphat*) menjadi ADP (*Adenosin Difosfat*).

Glukosa 6-fosfat yang bersifat aktif tersebut akan bereaksi dengan enzim fosfoglukosa isomerase membentuk isomernya menjadi fruktosa 6-fosfat. Selanjutnya bahan tersebut bereaksi dengan fosfofrutokinase dan menghasilkan fruktosa 1,6 difosfat. Untuk bisa masuk dalam siklus asam piruvat (siklus penghasil energi pada metabolisme). Hal yang membedakan asam piruvat dari jalur fermentasi dengan jalur respirasi pada umumnya adalah total ATP yang dihasilkan dalam satu kali prosesnya. Pada proses fermentasi hanya dihasilkan 2 ATP, jumlah ini jauh lebih kecuali dibandingkan ATP yang dihasilkan dari proses respirasi sebesar 36 ATP. Energi yang kecil inilah yang menjadikan mikroorganisme cocok untuk dijadikan pelaku fermentasi.

Wibawa (2017) menjelaskan bahwa glukosa berperan penting dalam proses fermentasi, baik sebagai pemberi elektron (oksidator) maupun penerima elektron (reduktor). Glukosa tersebut akan terpecah menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu aldehid, keton dan asam pirvat sekaligus menghasilkan ATP. Pada proses pemecahan senyawa glukosa tersebut, umumnya proses berlangsung secara anaerob dan membutuhkan aseptor elektron eksternal. Peristiwa oksidasi reduksi elektron oleh glukosa secara anaerob dinamakan glikolisis fermentasi. Gambar 5 menunjukkan ilustrasi proses glikolisis fermentasi terjadi.

Tahapan proses fermentasi terbagi menjadi 4 bagian utama, yaitu diawali dengan proses forforilasi dan proses isomerasi glukosa menjadi 2- triosa fosfat yang merupakan komponen gula yang saling mengkonversi satu sama lainnya. (proses 1-5). Tahapan kedua yaitu proses oksidasi gugus aldehid oleh NAD⁺ dari gliseroldehid-3p menjadi gugus karboksil yang diikuti dengan pengambilan Pa (proses 6). Tahapan ini menghasilkan fosfat anhidrid-1,3 di P-gliserat berenergi tinggi yang secara spontan dapat mentransfer fosfat ke ADP menjadi ATP. Tahapan ketiga ditandai dengan adanya transfer fosfat dari posisi 3 ke posisi 2 P-gliserat yang ditandai dengan proses dehidrasi menghasilkan α -arboksienol-fosfat yaitu P-enol piruvat sekaligus menangkap fosfat dan berikatan dengan ADP membentuk ATP (proses 8-10). Tahapan akhir yaitu penggunaan gugus karbonil yang terdapat pada piruvat sebagai penerima elektron guna mengoksidasi NADH dari proses 6 menghasilkan regenerasi NAD⁺ (proses 11) untuk proses daur asam piruvat selanjutnya (dari proses 6 – 10). Proses lain dapat terjadi manakala asam piruvat atau bahan

eksternal lain (yeast) mengalami dekarboksilasi menjadi asetaldehid (proses 12) yang bereaksi dengan NADH dan H⁺, diikuti dengan pembentukan etanol oleh reduksi alkohol dehidrogenase (Proses 13).



Gambar 5. Proses glikolisis fermentasi.

Sumber : Wibawa (2017).

4

Berdasarkan proses yang dihasilkan oleh mikroba, fermentasi dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- **Fermentasi untuk memproduksi sel (*biomass*)**

Produksi komersial dari biomass dapat dibedakan menjadi produksi yeast untuk industri roti, dan produksi sel mikroba untuk digunakan sebagai makanan manusia dan hewan.

- **Fermentasi untuk menghasilkan enzim**

Secara komersial, enzim dapat diproduksi oleh tanaman, hewan, dan mikroba, namun enzim yang diproduksi oleh mikroba memiliki beberapa keunggulan yaitu, mampu dihasilkan dalam jumlah besar dan mudah untuk meningkatkan produktivitas bila dibandingkan dengan tanaman atau hewan.

- **Fermentasi untuk menghasilkan metabolit sekunder**

Metabolit mikroba dapat dibedakan menjadi metabolit primer dan metabolit sekunder. Produk metabolisme primer yang dianggap penting contohnya etanol, asam sitrat, polisakarida, aseton, butanol, dan vitamin. Sedangkan metabolit sekunder yang dihasilkan mikroba contohnya antibiotik, pemanfaat pertumbuhan, inhibitor enzim, dan lain-lain.

3.2 Mikroba Fermenter.

Fermentasi adalah salah satu bentuk mekanisme metabolisme pada makhluk hidup. Makhluk hidup yang umum banyak dijumpai dalam proses fermentasi dan hasilnya bermanfaat bagi manusia adalah dari kelompok bakteri *Lactobacillus* (Bakteri Asam Laktat),

Bacillus licheniformis dan kelompok jamur bersel tunggal *Saccharomyces cerevisiae*.

3.2.1 *Lactobacillus* sp.

Bakteri Asam Laktat (BAL) termasuk bakteri yang menghasilkan sejumlah asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dari metabolisme gula, dapat menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya, dan menimbulkan rasa asam. Selain itu, dapat menghambat pertumbuhan jenis mikroorganisme lainnya. Terdapat dua jenis mikroorganisme dari BAL yaitu yang bersifat *homofermentatif* dan *heterofermentatif*. jenis-jenis *homofermentatif* hanya menghasilkan asam laktat dari metabolism gula, sedangkan *heterofermentatif* selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam volatile lainnya, alkohol dan ester. Jenis-jenis BAL yaitu terdiri dari jenis-jenis *Streptococcus*, *Pediococcus cereviceae*, jenis-jenis *Leuconostoc* dan jenis-jenis *Lactobacillus* (Buckle, dkk, 2013)

Lactobacillus merupakan bakteri yang paling umum digunakan sebagai probiotik. Bakteri ini memiliki kemampuan beradaptasi pada kondisi asam lambung dan lingkungan usus yang mengandung garam empedu. Bakteri ini merupakan bakteri yang berbentuk batang, gram positif dan dapat membentuk pasangan dan rantai dari sel-sel nya. Jenis bakteri ini lebih tahan terhadap asam dibandingkan dengan jenis BAL lainnya. Oleh sebab itu, jenis *Lactobacillus* banyak terdapat pada tahap akhir proses fermentasi tipe asam laktat (Buckle, dkk, 2013)

1.2.2 *Saccharomyces cerevisiae*

Khamir sejak dulu berperan dalam proses fermentasi yang bersifat alkohol yang produk utamanya adalah etanol. Jenis *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis utama yang berperan dalam proses produksi minuman beralkohol seperti bir dan anggur, juga dapat digunakan untuk fermentasi adonan dalam perusahaan roti. (Buckle, dkk, 2013).

Menurut Khodijah dan Abtohki (2015) *Saccharomyces cerevisiae* adalah salah satu spesies khamir yang memiliki daya konversi gula menjadi etanol sangat tinggi. Mikroba ini biasanya dikenal dengan baker's yeast dan metabolismenya telah dipelajari dengan baik. Produk metabolit utama adalah etanol, CO₂ dan air, sedangkan beberapa produk lain dihasilkan dalam jumlah sedikit. Khamir ini bersifat fakultatif anaerobik. *Saccharomyces cerevisiae* bersifat non-patogenik dan non-toksik sehingga banyak digunakan dalam berbagai proses fermentasi seperti pembuatan roti dan alkohol (Buckle dkk., 2007).

Khamir jenis *Saccharomyces cerevisiae* sangat mudah ditumbuhkan dan membutuhkan nutrisi yang sederhana, laju pertumbuhannya sangat cepat dan stabil, dan aman digunakan sebagai food grade organism. *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan suhu 30°C dan pH 4,0-4,5 agar dapat tumbuh dengan baik. Selama proses fermentasi akan timbul panas. Bila tidak dilakukan pendinginan, suhu akan terus meningkat sehubungan proses fermentasi terhambat.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Khodijah dan Abtohki (2015), penambahan variasi persentase ragi *Saccharomyces cerevisiae* mempengaruhi densitas dan nilai kadar etanol, yakni untuk ragi 25 % memiliki kadar etanol optimumnya sebesar 3,81% dengan lama fermentasi 7 hari. Lamanya variasi waktu fermentasi juga mempengaruhi hasil akhir dari bioetanol. Waktu fermentasi 7 hari menghasilkan nilai densitas paling optimum sebesar $0,9438 \text{ gr/cm}^3$ pada persentase ragi 25% .

1.2.3 Bakteri *Bacillus licheniformis*ⁱ

Bacillus licheniformis merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang dengan panjang antara $1,5 \mu\text{m}$ sampai $3 \mu\text{m}$ dan lebar antara $0,6 \mu\text{m}$ sampai $0,8 \mu\text{m}$ dan mempunyai ciri-ciri bersifat saprofit dengan suhu tumbuh optimum $45-50^\circ\text{C}$, dan dapat bertahan hidup pada suhu yang lebih tinggi tetapi diatas suhu 65°C tidak terjadi pertumbuhan (William, dkk, 1990). *Bacillus licheniformis* merupakan species bakteri yang mampu menghasilkan protease dalam jumlah yang relatif tinggi. Jenis protease yang dihasilkan oleh bakteri ini adalah enzim ekstraselular yang tergolong proteinase serin karena mengandung serin pada sisi aktifnya. *Bacillus licheniformis* juga menghasilkan beberapa enzim ekstraseluler yaitu amilase, amino peptidase, protease, laktamase, endo-N-asetilglukoaminidase dan lipase (Soeka, dkk., 2011).

ⁱ Bakteri *Bacillus licheniformis* bersifat fakultatif anaerob yang artinya bakteri ini dapat hidup baik pada kondisi terdapat oksigen maupun tidak terdapat oksigen namun pada kondisi anaerob pertumbuhan bakteri lebih tinggi dibandingkan kondisi aerob

sehingga produksi asam amino bebaspun lebih banyak diproduksi pada kondisi anaerob (Williams., dkk, 1990). Menurut Helard dan Komala (2005), *Bacillus licheniformis* tumbuh menyebar dengan pinggiran koloni tidak rata dan berwarna putih buram.

1.2.4 *Leuconostoc mesenteroides* dan *Leuconostoc dextranicum*

Menurut Sasongko dan Tantalu (2018), kedua bakteri tersebut merupakan bagian dari bakteri asam laktat yang tergolong kedalam gram positif. Umumnya kedua bakteri tersebut berbentuk bulat secara berpasang-pasangan atau membentuk ikatan rantai pendek. Kedua bakteri ini juga memiliki peranan penting dalam pemecahan larutan gula pada tanaman, sayuran, buah dan bahan pangan lainnya melalui pembentukan dextran yang berlendir.

3.3 Faktor Penentu Fermentasi

1. Derajat Keasaman (pH)

Saccharomyces cerevisiae dapat tumbuh baik pada range 3 - 6, namun apabila pH lebih kecil dari 3 maka proses fermentasi akan berkurang kecepatannya pH yang paling optimum pada 4,3 - 4,7. (Subrimobdi, 2016). Hal ini disebabkan karena pH mempengaruhi efektivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme dalam membentuk enzim substrat. Selain itu, pH juga dapat menyebabkan terjadi proses denaturasi sehingga menurunkan aktivitas enzim. (Muslihah, 2012).

2. Suhu

Suhu fermentasi secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Suhu 25 – 27 °C atau suhu kamar merupakan suhu yang cocok untuk pertumbuhan mikroba. *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai temperature maksimal sekitar 40 - 50 °C dengan temperatur minimum 0 °C. Jika suhu tidak diperhatikan, secara tidak langsung akan mempengaruhi etanol yang dihasilkan. Kecepatan fermentasi akan bertambah sesuai dengan suhu yang optimum umumnya 27 – 32 °C, untuk suhu 27 °C etanol akan menguap dan kandungannya akan menghilang sebesar 0,83% dan pada suhu 32 °C etanol akan menghilang sebesar 1,66% (Subrimobdi, 2016).

Menurut Muslihah (2012) suhu fermentasi akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Pada titik tertentu, kecepatan reaksi enzimatik mikroba akan meningkat sejalan dengan meningkatnya suhu. Hal ini dikarenakan subsrat akan lebih sering bertumbukan dengan tempat yang aktif ketika molekul bergerak lebih cepat.

3. Mikroorganisme

Menurut Muslihah (2012) pemilihan mikroorganisme biasanya disesuaikan dengan jenis karbohidrat yang akan dijadikan medium. Sebagai contoh untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *S. cereviceae* atau *S. elliopsoides*, untuk bahan yang mengandung selulosa maka biasanya digunakan mikroba jenis *Candida shehatae*, *Clostridium thermocellum*, *Aspergillus* sp. dan lain-lain. pemilihan jenis mikroba ini bertujuan agar ketika proses fermentasi berlangsung mikroba mampu tumbuh dengan cepat dan toleransi terhadap sumber gula sebagai nutrisinya.

1

Mikroba dalam fermentasi merupakan faktor utama sehingga harus memenuhi syarat-syarat tertentu seperti murni, unggul, stabil, dan bukan patogen. Pada kondisi fermentasi yang diberikan, mikroba harus mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara cepat dan hasil yang besar. Sifat unggul yang ada harus dapat dipertahankan karena berkaitan dengan kondisi proses yang diharapkan. Mikroba harus mempunyai sifat-sifat yang tetap, tidak mengalami perubahan karena mutasi atau lingkungan. Mikroba yang digunakan adalah bukan patogen bagi manusia maupun hewan, kecuali untuk produksi bahan kimia tertentu.

4. Medium

Media merupakan salah satu faktor penting dalam fermentasi karena media merupakan tempat hidup bagi mikroba, tempat berkembang biak dan mensintesis produk. Oleh sebab itu, suatu media harus disiapkan dengan persyaratan yang sesuai dengan kondisi mikroba, salah satunya yaitu media harus mengandung unsur karbon dan nitrogen. Dimana kedua unsur ini berpengaruh pada proses fermentasi untuk meningkatkan energi dan mempercepat pertumbuhan sel mikroba. Salah satu sumber nitrogen yaitu urea. (Muslihah, 2012). Fermentasi menurut jenis substrat atau mediumnya dibedakan atas dua golongan yaitu fermentasi substrat padat dimana proses fermentasinya menggunakan medium padat tetapi cukup mengandung air, sedangkan fermentasi substrat cair adalah proses fermentasi yang substratnya larut atau tersuspensi dalam fase cair (Chalal, 1985). Keuntungan dari fermentasi substrat cair ini adalah komposisi dan konsentrasi inokulum dapat diatur dengan mudah, tidak memerlukan takaran atau jumlah inokulum

1

yang tinggi, serta penanganan suhu dan kelembaban selama proses fermentasi lebih mudah.

5. Waktu

Waktu yang digunakan untuk proses fermentasi disesuaikan dengan jenis substrat, suhu, pH dan jenis mikroorganisme yang digunakan. Penelitian yang telah dilakukan oleh Reddy dkk (2010) tentang pembuatan etanol dari daun pisang menggunakan bakteri *C. thermocillum* menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi yaitu 22% dengan waktu fermentasi selama 5 hari. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Bries (2008) yang meneliti bioetanol kulit nenas dengan bakteri *S. cereviciae* dan menyimpulkan bahwa hasil tertinggi yaitu pada waktu fermentasi selama 1 hari (Muslihah, 2012).

Pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi ditandai dengan peningkatan jumlah masa sel seiring dengan lamanya waktu yang digunakan sehingga konsentrasi metabolismik semakin tinggi sampai akhirnya menjadi terbatas yang kemudian dapat menyebabkan laju pertumbuhan menurun. Lama fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap proses fermentasi. Menurut Kunaepah (2008), ada banyak faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain substrat, suhu, pH, oksigen, dan mikroba yang digunakan. Lama fermentasi berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba yang akan terus berubah dari waktu ke waktu selama proses fermentasi berlangsung. Menurut Aisjah (1995) waktu inkubasi yang singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan mikroba untuk terus tumbuh dan

1

berkembang biak sehingga jumlah komponen substrat yang dapat diubah menjadi massa sel juga sedikit. Sebaliknya dengan waktu inkubasi yang lebih lama berarti akan semakin banyak kesempatan mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak.

3.4 Tujuan dan Manfaat Fermentasi

Fermentasi merupakan bentuk terapan teknologi sederhana dengan memanfaatkan mikroba sebagai peubah unsur kompleks menjadi senyawa sederhana. Komoditas pertanian yang telah melewati proses fermentasi memiliki beberapa jenis perubahan, diantaranya mampu memperpanjang masa simpan, meningkatkan daya cerna, sekaligus menghasilkan produk baru (diversifikasi produk) untuk meningkatkan daya guna. Prinsip utama fermentasi itu sendiri adalah mengubah sifat dasar suatu bahan baku menjadi bermanfaat bagi kehidupan. Tentunya, setiap substrat akan menghasilkan produk yang berbeda pula baik dengan mikroba yang sama maupun mikroba yang berbeda. Kualitas produk fermentasi sendiri juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar (Winarno, dkk., 1980).

Beberapa keuntungan fermentasi yaitu adanya kespesifikhan produk karena sistem kerja mikroba bergantung dari jenis substrat dan lingkungan tertentu. Umumnya untuk proses fermentasi membutuhkan pH yang berkisar antara 4-5, dengan rentang suhu yang relatif lebar serta dalam kondisi anaerob; serta proses fermentasi cukup aman untuk diterapkan dalam industri pangan karena tidak memerlukan katalisator logam yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh

karena itu, untuk mencapai tujuan yang diharapkan dalam proses fermentasi, perlu dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Seleksi mikroba dan enzim yang efisien
- b. Seleksi media dan bahan tambahan sesuai tujuan
- c. Pra fermentasi yang tepat (sterilisasi untuk mencegah kontaminasi).

Sasongko dan Tantalu (2018) juga menjelaskan bahwa prinsip dasar fermentasi sebenarnya sudah lama diterapkan oleh nenek moyang di seluruh belahan dunia utamanya dalam memproduksi bahan pangan. Sebagai contoh di Negara Indonesia, beberapa jenis pangan daerah menerapkan metode fermentasi yang justru menjadi incaran untuk dijadikan buah tangan, diantaranya, peuyeum (tape singkong) dan oncom khas Kota Bandung, tempe khas Kota Malang, pla (fermentasi ikan) khas Kalimantan Barat dan masih banyak lagi.

Fungsi dari kegiatan fermentasi dibidang pangan diantaranya:

- Menghindarkan produk pangan dari kegagalan proses produksi; misalkan roti yang tidak mengembang saat produksi dapat ditambahkan ragi.
- Diversifikasi produk pangan; hal ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan pangan melalui penganekaragaman pangan
- Menambah daya simpan produk; misalnya dengan adanya bakteri *Rhizopus oligoporus* pada bahan makanan kacang kedelai maka akan menghasilkan tempe yang tahan busuk lebih lama daripada yang tidak diberi bakteri tersebut.

4

- Meminimalkan kerugian; dengan masa penyimpanan yang bertambah panjang dengan adanya teknik fermentasi, maka kerugian akan berkurang.
- Menambah nilai gizi makanan; terbukti dengan beberapa penelitian yang menerapkan teknologi fermentasi, mampu meningkatkan kandungan protein dan gula sederhana.

Fermentasi sendiri dapat diterapkan baik untuk skala rumah tangga hingga skala industri dengan memanfaatkan bahan yang ada. Semakin dengan perkembangan jaman, perkembangan teknologi semakin meningkat dalam bidang fermentasi. Khususnya dalam mengupayakan faktor kunci fermentasi yang ramah lingkungan sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan eksternal seperti pemberian enzim, kofaktor, vitamin, dan lain-lain.

Kegiatan fermentasi dapat diterapkan untuk menghasilkan produk pangan maupun non pangan. Produk non-pangan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan berasal dari metode fermentasi yaitu biogas, bioethanol dan biodiesel. Beberapa manfaat dari kegiatan fermentasi khususnya dibidang pangan terangkum pada poin berikut :

- Memperkaya variasi makanan dengan mengganti aroma, rasa, dan komposisi makanan.
- Mengawetkan makanan dengan mereproduksi sejumlah asam laktat, alkohol, dan asam asetat dalam besaran yang relevan.
- Memperkaya nutrisi makanan dengan menambahkan sejumlah protein, asam amino, bersama vitamin.
- Mengeliminasi senyawa anti nutrien.
- Menghemat waktu dan sumber kapasitas yang dibutuhkan dalam memproses makanan

- ⁴
- Makanan berfermentasi dapat meningkatkan nilai gizi bagi yang mengkonsumsi.
 - Makanan atau minuman berfermentasi dapat meningkatkan mutu kesehatan karena mengandung prebiotik.
 - Manfaat makanan atau minuman berfermentasi dapat meningkatkan nilai jual produk serta bernilai ekonomis.

⁵

3.5 Perubahan Mutu Setelah Fermentasi

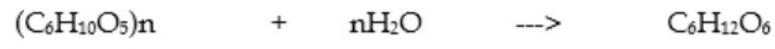
Produk fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi daripada bahan asalnya. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh sifat mikroba yang katabolik maupun mengubah bahan organik kompleks seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana dan mudah dicerna, tetapi juga dapat mensintesis beberapa vitamin yang kompleks seperti riboflavin, piridoksin (vitamin B6), niasin, vitamin B12, asam panthotenat, dan provitamin A. Perubahan rasa dan aroma yang tidak disukai menjadi disukai juga dapat terjadi, mempercepat pematangan dan dalam beberapa hal tertentu menambah daya tahan, serta terjadinya perbaikan nilai ekonomi bahan tersebut. Produk dari suatu proses fermentasi adalah sel-sel mikroba atau biomassa enzim, metabolit primer dan metabolit sekunder, serta senyawa-senyawa kimia hasil proses fermentasi oleh mikroba (Anshori, 1989).

Bahan dasar untuk pembuatan makanan fermentasi dapat berupa bahan mengandung pati, gula, protein atau lemak sehingga mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi dapat mengubah komponen-komponen tersebut menjadi komponen yang diinginkan dalam produk akhir. Perubahan-perubahan yang terjadi selama fermentasi dapat berupa degradasi komponen dasar dan

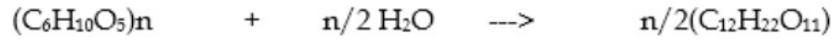
pembentukan komponen baru berupa asam-asam organik, komponen alkohol, ester dan vitamin. Sifat makanan fermentasi ditentukan oleh sifat dan kualitas bahan dasarnya, perubahan yang terjadi akibat aktivitas enzim dalam bahan dasar, perubahan akibat aktivitas mikroorganisme dan terjadi interaksi antara hasil degradasi oleh enzim atau mikroorganisme dengan komponen-komponen yang ada dalam bahan dasar. proses fermentasi oleh mikroorganisme dapat menghasilkan flavour, tekstur dan penampilan yang baik.

Proses fermentasi makanan alami biasa dilakukan oleh lebih dari satu jenis mikroorganisme yang bersifat sinergistik. pertumbuhan beberapa jenis mikroorganisme pada beberapa jenis makanan fermentasi bersifat suksesi, artinya proses perubahan fermentasi dilakukan oleh beberapa jenis mikroorganisme yang tumbuh secara bergantian. perubahan yang terjadi selama fermentasi meliputi:

- a. perubahan pati menjadi omonponen gula oleh enzim amilase yang dihasilkan oleh kapang *Amylomices rouxii*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor rouxii* dll; khamir seperti *Candida*, dan bakeri seperti *Bacillus subtilis*.



pati glukosa



pati maltose

- b. perubahan komponen disakarida menjadi monosakarida oleh enzim maltase atau invertase

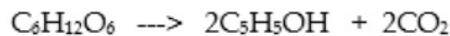


maltosa glukosa glukosa



sukrosa glukosa fruktosa

- c. perubahan komponen gula menjadi etanol oleh sel-sel khamir



glukosa etanol

- a. perubahan gula menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat yang mempunyai sifat heterofermentatif atau homofermentatif
homofermentatif:



glukosa asam laktat

heterofermentatif :



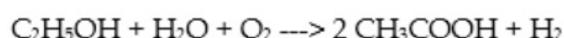
glukosa asam laktat etanol

- e. perubahan gula menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat

Acetobacter



glukosa etanol



etanol asam asetat

- f. perubahan protein oleh mikroorganisme proteolitik menghasilkan protein dengan berat molekul lebih kecil

protein \rightarrow polipeptida \rightarrow peptida \rightarrow asam-asam amino

contoh pada mikroorganisme proteolitik *R. oligosporus*, *A. oryzae*,

A. sojae, *B. subtilis*, *B. aco*, dan *Mucor rouxii*

4. Fermentasi untuk Biji Karet

4.1 Latar Belakang Pengolahan Karet

Perkembangan luas areal karet di Indonesia mengalami peningkatan sejak tahun 1980-2016 yaitu rata-rata pertumbuhannya sebesar 1,2% per tahun yaitu dari 2,38 juta ha pada tahun 1980 menjadi 3,67 juta ha pada tahun 2016. Meskipun demikian, Indonesia masih menempati posisi kedua rata-rata produksi karet dunia tertinggi setelah Thailand yaitu sebesar 26,11% atau sebesar 2,86 juta ton pada periode 2009-2013. Hal ini disebabkan karena banyak tanaman karet di Indonesia yang sudah tua dan rusak sehingga memerlukan peremajaan (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016). Khususnya di Kalimantan Barat memiliki luas areal total perkebunan pada tahun 2016 sebesar 366.362 Ha dengan total produksi 234.263 ton/tahun (Direktorat Perkebunan Indonesia, 2015).

Biji karet (*Hevea brasiliensis*) memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu sebesar 27%. Kandungan protein inilah yang dapat menjadi sumber protein nabati untuk pembuatan beberapa produk yang menggunakan sumber protein nabati sebagai bahan baku seperti pembuatan produk tahu. Selain kandungan HCN dan protein yang tinggi, biji karet juga kaya akan kandungan lemak, abu, karbohidrat dan beberapa senyawa bioaktif lainnya (Kusnanto *et al.*, 2013).

Biji karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan biji dari buah karet yang sampai saat ini masih dianggap sebagai limbah disebabkan belum banyak masyarakat yang mengetahui teknik pengolahan biji karet

tersebut. Biji karet memiliki kandungan asam sianida (HCN) sebesar 33000 ppm/330 mg, oleh sebab itu biji karet akan beracun apabila tidak dilakukan perlakuan untuk menghilangkan HCN nya terlebih dahulu (Kusnanto *et al.*, 2013).

Upaya untuk mengurangi kadar HCN yang terdapat dalam biji karet yaitu dengan beberapa cara diantaranya yaitu melalui perebusan dan perendaman serta dapat dilakukan proses fermentasi dimana pertama kali dilakukan penelitian oleh Noor (1988) yaitu melakukan penelitian pada perubahan kimia dan mikrobiologinya. HCN itu sendiri terbentuk dari dua senyawa precursor (Linamarin dan metal Linamarin) oleh reaksi enzimatis. HCN dapat larut dalam air sehingga dengan proses perebusan, perendaman serta fermentasi juga dapat melunturkan kandungan HCN dalam suatu bahan termasuk biji karet.

Fermentasi dengan mikroba sering digunakan dalam pembuatan tempe atau produk olahan dengan bahan baku serealia dan *Leguminosae*, namun masih jarang digunakan pada biji karet. Selama fermentasi dengan mikroba golongan bakteri atau ragi dapat terjadi peruraian ikatan glikosida dan ikatan antar senyawa anti gizi yang terdapat pada dinding sel biji karet, serta melunakkan kulit luar biji, sehingga senyawa anti gizi dan komponen lain yang bersifat racun dapat dipisahkan dan juga diharapkan HCN juga ikut berkurang. Lama fermentasi yang efektif dalam proses fermentasi juga sangat menentukan kadar senyawa anti gizi yang dapat dikeluarkan dari bahan (Mushollaeni, *et al.*, 2019).

19

Tahu umumnya diproduksi dari koagulasi protein susu kedelai. Kedelai sebagai bahan baku utama dalam produksi tahu adalah tanaman subtropik. Tahu merupakan makanan yang sudah sangat

31

lama dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai lauk pokok yang memiliki sumber protein. Pada dasarnya selama ini tahu yang biasa diproduksi oleh pengrajin tahu berasal dari bahan baku kedelai, namun harga kedelai yang semakin naik dan masih mengandalkan impor maka sangat dibutuhkan alternatif pengganti kedelai ataupun alternatif substitusi untuk dari komoditas *Leguminosae* atau dari biji tanaman yang lain untuk pembuatan tahu.

Menurut Aimon dan Satrianto (2015) menyatakan bahwa impor kedelai pada tahun 2015 mencapai jumlah sebesar 2.637.661 ton dan diperkirakan akan meningkat hingga tahun 2020 sebesar 5,15%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak kedelai yang dibutuhkan oleh Indonesia. Oleh sebab itu, perlu pengadaan bahan alternatif pengganti atau sebagai substitusi sumber protein yang hamper sama seperti kedelai. Proses pemanfaatan biji karet sebelumnya sudah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu oleh Rusmaningtyas (2017) dimanfaatkan menjadi minyak biji karet, Kasrianti (2017) memanfaatkan menjadi biokerosin, Ulya (2017) menjadikan minyak biji karet menjadi biodesel, Noor (1988) melakukan fermentasi pada adage biji karet, Rivai (2015) mengembangkan beberapa olahan biji karet dalam bidang pangan di Bengkulu, dan Widayati (1988) penelitian biji karet untuk mengetahui nilai gizi dage karet.

Dari uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pada biji karet dengan fermentasi untuk mendapatkan jenis mikroba dan lama fermentasi yang optimal dalam menurunkan kandungan asam sianida (HCN) namun tetap tidak mengurangi kandungan protein didalamnya. Selain itu penelitian ini bertujuan untuk aplikasi biji karet rendah HCN pada pembuatan tahu karet dimana sebelumnya belum ada tahu yang terbuat dari campuran sari biji

kedelai dengan sari biji karet. Selain itu bertujuan untuk mengetahui pengaplikasian tahu karet apabila dijadikan sebagai suatu usaha produk makanan. Penulisan buku ini dimaksudkan untuk menjawab tujuan mendapatkan jenis mikroba dan lama fermentasi ² untuk menurunkan kadar HCN biji karet. Manfaat yang diperoleh dengan perlakuan fermentasi pada biji karet diantaranya:

1. Alternatif pada penggunaan sumber protein nabati yang tidak hanya dapat diperoleh dari kacang kedelai, namun juga dapat digunakan bahan baku lain salah satunya yaitu biji karet yang ¹⁵ difermentasi untuk menghilangkan kadar HCN pada biji karet.
2. Mengurangi limbah biji karet yang apabila dibuang ke lingkungan ataupun perairan dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan.
3. Menambah keanekaragaman bahan baku produk pangan khususnya dari komoditas unggulan di Indonesia, dengan demikian semakin banyak alternatif untuk membuka usaha dibidang pangan.

4.2 Tahapan Proses

Langkah pertama dalam mereduksi sianida pada biji karet adalah dengan mempersiapkan alat dan bahannya. ¹⁴ Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis yaitu alat untuk proses fermentasi dan alat-alat yang digunakan untuk proses pembuatan tahu. Alat-alat yang digunakan untuk proses fermentasi digunakan yaitu wadah fermentasi (*mercury* T.850 ml), baskom (pelangi DMP), gelas ukur (*pyrex*), pipet (*pyrex*), panci (Jawa *Alumunium Ware*), kompor (progas PG169), timbangan (*England*),

Palu atau kayu pemukul, pisau (will stainless), sendok (stainless steel 303), inkubator (*Haraeus*), dan oven (*Haraeus*). Sedangkan alat yang digunakan untuk proses pembuatan tahu yaitu blender (Kickon), sendok (stainless steel 303), wadah (G11P), saringan (Lotte saringan), cetakan (BK 122), panci (Jawa Alumunium Ware), dan kain saring.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari dua jenis yaitu bahan baku dan bahan tambahan. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji karet dengan varitas unggul berwarna coklat batik khas biji karet serta berbentuk bulat kecil yang diperoleh dari perkebunan karet Kabupaten Kayong Utara Kalimantan Barat. Bahan untuk pembuatan tahu karet yaitu: Air galon merk aqua, cuka tahu yang didapatkan dari pabrik tahu Kendalsari, yogurt (*Lactobacillus* sp.) yang diperoleh dari KUD Susu Batu, ragi tape (*Saccharomyces cereviceae*) diperoleh dari toko kue Krisan dan alumunium voil yang dibeli dari toko kue Krisan.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak tersarang (RAT) dengan faktor utama yaitu jenis mikroba dan tersarang dalam faktor kedua yaitu lama fermentasi. Penelitian ini diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 sampel.

Faktor 1. Jenis Mikroba yaitu terdiri dari 2 level:

A1= *Lactobacillus* sp.

A2= *Saccharomyces cerevisiae*

Faktor 2. Lama fermentasi yang terdiri dari 3 level:

F1= 24 jam

F2= 36 jam

F3= 48 jam

Tabel 5. Rancangan Penelitian

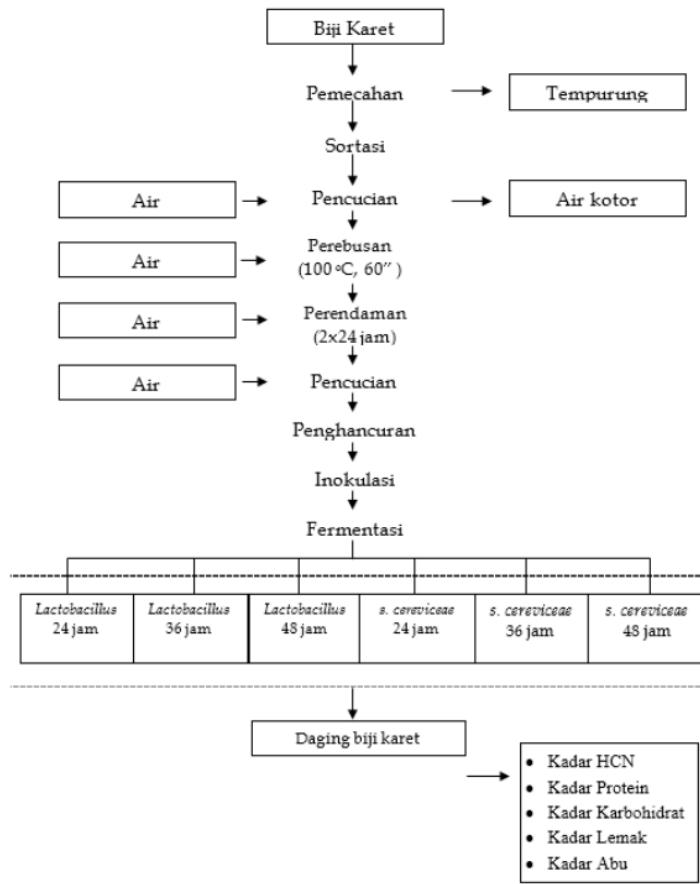
Jenis mikroba	Lama Fermentasi		
	24 jam (F1)	36 jam (F2)	48 jam (F3)
<i>Lactobacillus</i> sp. (A1)	A1F1	A1F2	A1F3
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (A2)	A2F1	A2F2	A2F3

Penelitian ini memiliki empat tahapan penelitian, yaitu tahap pertama proses fermentasi biji karet, tahap kedua yaitu analisis kandungan dalam biji karet hasil fermentasi, tahap ketiga yaitu proses pembuatan sari kedelai dan tahap keempat yaitu proses pembuatan tahu karet.

4.2.1 Proses Fermentasi

Biji karet dipecahkan tempurungnya untuk memperoleh daging biji karet. Selanjutnya daging biji karet disortasi, kemudian dicuci sampai bersih agar kotorannya hilang. Daging biji karet kemudian direbus selama 60 menit pada suhu 100° C sampai daging biji karet matang. Setelah direbus, kulit terluar daging biji karet dihilangkan dan dibuang bakal bijinya untuk menghilangkan zat-zat beracun. Proses selanjutnya yaitu daging biji karet direndam selama 2x24 jam dengan air diganti setiap 8 jam. Daging biji karet kemudian dicuci sampai bersih lalu ditiriskan untuk kemudian dihancurkan kasar (tidak sampai hancur). Daging biji karet yang dihancurkan ditempatkan pada wadah terpisah dan masing-masing diinokulasi dengan mikroba *Lactobacillus* sp. sebanyak 2% dari berat biji karet setelah perendaman atau 3 ml. Konsentrasi mikroba *Lactobacillus* sp. dalam 1 mg mengandung $2,2 \times 10^9$ CFU (Putri, 2008) sehingga jumlah

mikroba *Lactobacillus* sp. yang digunakan yaitu sebanyak $6,6 \times 10^9$ CFU. Inokulasi pada mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yaitu menggunakan 3 gram. Konsentrasi mikroba *Saccharomyces cerevisiae* dalam 1 g mengandung 3×10^9 CFU sehingga jumlah mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan yaitu 9×10^9 CFU. Tiap perlakuan inokulasi difermentasi selama 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Setelah waktu fermentasi tercapai, daging biji karet dicuci kemudian ditiriskan dan siap untuk diproses menjadi produk tahu. Adapun tahapan diagram alir proses fermentasi pada biji karet disajikan dalam Gambar 6. Gambar 6 dapat dilihat bahwa proses fermentasi biji karet memiliki tahapan yang sederhana dan hampir sama dengan proses fermentasi lainnya. Namun perbedaannya yaitu selain dari bahan baku yang digunakan juga pada lama fermentasi yang digunakan relatif lebih sebentar. Hal ini disebabkan selain menggunakan fermentasi, terlebih dahulu dilakukan perebusan agar tekstur lebih lunak dan dilakukan perendaman agar beberapa senyawa berbahaya yang dapat larut dalam air dan hilang ketika dilakukan perendaman.



Gambar 6. Proses fermentasi biji karet dengan mikroba *Lactobacillus* sp. dan *Saccaromyces cereviceae*

4.2.2 Metode Analisa Kandungan Biji Karet Selama Fermentasi

Analisa kimia utama sebagai parameter keberhasilan penelitian ini adalah analisa kadar HCN dengan metode Argentometri dan protein yang dianalisa menggunakan metode AOAC (2005) dalam Tapotubun (2012). Parameter fisikokimia lainnya yang menjadi pendukung data penelitian adalah kadar proksimat biji karet sebelum dan sesudah perlakuan penelitian yaitu kadar karbohidrat dan kadar abu dengan menggunakan metode AOAC 2005 (Tapotubun, 2012).

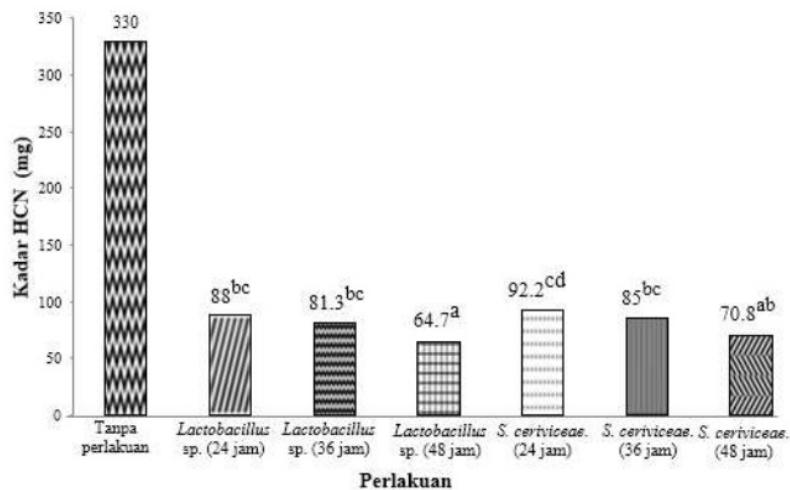
Selain itu dilakukan uji organoleptik pada tahu karet dengan metode hedonik.

4.3 Hasil Analisa Fisiko Kimia

a. Kadar HCN

Kadar HCN merupakan salah satu indikator penentuan terpenting pada biji karet karena kandungannya merupakan jenis zat anti nutrisi yang apabila tidak dilakukan perlakuan untuk mengurangi atau menghilangkannya maka suatu bahan yang mengandung asam sianida seperti biji karet, umbi gadung, rebung dan lainnya tidak dapat diolah menjadi produk makanan karena dapat mempengaruhi kesehatan terutama sistem pernafasan. Hal ini disebabkan karena oksigen didalam darah terikat oleh senyawa beracun tersebut (Ardiansari, 2012).

Berdasarkan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa nilai kadar HCN terendah pada fermentasi biji karet yaitu pada perlakuan dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus* sp. dengan lama fermentasi 48 jam dengan kadar 64,7 ppm. Sedangkan untuk hasil yang menggunakan bakteri *Saccaromyces cerevisiae* dengan lama fermentasi yang sama yaitu 48 jam dengan kadar 70,8 ppm. Dilihat dari nilai tertinggi kadar HCN baik dari bakteri *Saccaromyces cerevisiae* ataupun *Lactobacillus* sp. yaitu pada lama fermentasi 12 jam dengan kadar 88 ppm dan 92,2 ppm.



Gambar 7. Kadar HCN biji karet hasil fermentasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, proses fermentasi pada biji karet mampu menurunkan kadar HCN dari kadar awal HCN tanpa perlakuan yaitu sebesar 330 ppm, setelah dilakukan fermentasi terjadi penurunan kadar HCN pada mikroba *Lactobacillus* sp. menjadi 64,7 ppm dengan lama fermentasi 48 jam.² Pada perlakuan fermentasi dengan mikroba *Saccaromyces cereviseae*² untuk lama fermentasi 48 jam kadarnya masih memiliki nilai yang cukup tinggi yaitu 70,8 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menerapkan *Lactobacillus* sp. untuk menurunkan kadar sianida pada biji karet.

Hasil fermentasi ini memiliki kondisi yang sama dengan penelitian oleh Widiyanti *et al* (2017) dimana penelitian memaparkan bahwa kadar HCN pada umbi gadung dengan fermentasi menggunakan kapang *Mucor racemosus* mengalami penurunan dengan meningkatnya lama fermentasi yang digunakan, hal ini dikarenakan oleh mikroba yang memproduksi enzim sehingga dapat menghirolisis senyawa sianida.

Menurut Almasyhuri (2013) fermentasi dapat menurunkan kadar HCN pada singkong kayu dengan menggunakan *Rhizopus oligosporus* MS5, *Rhizopus oryzae* F1 dan *Rhizopus oryzae* EN. Penurunan sianida tersebut diakibatkan karena asam sianida dalam singkong kayu yang berada dalam bentuk ikatan glikosida mengalami hidrolisis dan terurai menjadi glukosa, aseton dan HCN oleh adanya proses fermentasi.

Oleh sebab itu hasil analisa kadar HCN pada setiap perlakuan dari kedua mikroba yang digunakan yaitu *Lactobacillus* sp. dan *Saccaromyces cerevisiae* menunjukkan hasil semakin lama fermentasi maka hasilnya semakin mengalami penurunan yaitu pada *Lactobacillus* sp. dari 88 ppm pada lama fermentasi 12 jam, menurun menjadi 81,3 pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar terkecil yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 64,7. Penurunan pada *Saccaromyces cerevisiae* yaitu dari 92,9 ppm pada lama fermentasi 12 jam, menurun menjadi 85 pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar terkecil yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 70,8.

Jumlah penurunan pada penelitian ini masih belum memenuhi batas aman menurut FAO yaitu < 50 ppm yang menyatakan kisaran ¹⁸ < 50 ppm tidak beracun, 50-80 ppm agak beracun, 80-100 ppm beracun dan >100 ppm sangat beracun (Sasongko, 2014). Dengan demikian kadar HCN pada perlakuan fermentasi dengan mikroba *Saccaromyces cerevisiae* pada lama fermentasi 48 jam dengan perlakuan perebusan dan perendaman terlebih dulu ini masih tergolong agak beracun. Hal ini disebabkan lama fermentasi selama 48 jam masih belum bisa menurunkan kadar HCN secara maksimal melalui proses fermentasi dengan mikroba dan konsentrasi yang digunakan.

Kondisi ini sama dengan penelitian dari Sasongko (2014) dalam penelitiannya tentang penurunan HCN pada umbi gadung yang difermentasi, dimana hasilnya menunjukkan bahwa penurunan HCN memerlukan lama fermentasi selama 72 jam dengan kadar HCN 36,30 ppm sedangkan pada lama fermentasi selama 48 jam masih memiliki kadar akhir HCN sebesar 56,16 ppm.

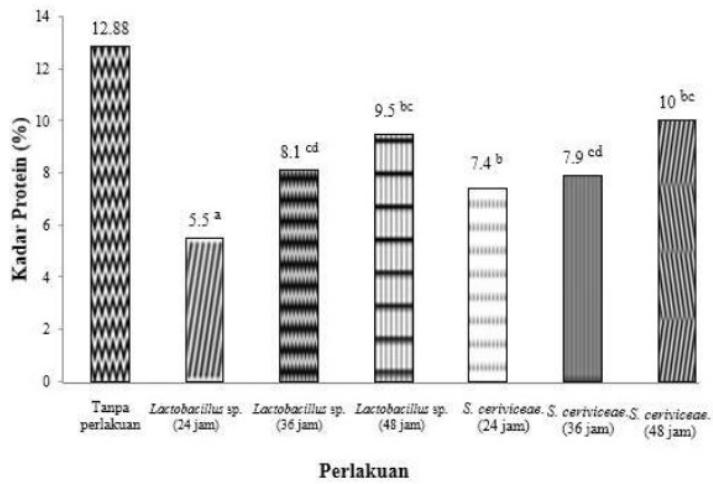
Penelitian fermentasi biji karet sudah dilakukan sebelumnya oleh Suprayudi, dkk, (2012) melakukan penelitian pada biji karet dengan menggunakan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) untuk dijadikan bahan baku sampingan agroindustri lokal. Penelitian lainnya yaitu oleh Rahmat (2015) dengan melakukan penelitian terhadap bungkil biji karet yang difermentasi dengan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*). Fermentasi lainnya yang dilakukan pada biji karet yaitu menggunakan *Rhizopus* untuk dijadikan tempe.

b. Kadar Protein

Analisa kadar protein yang diuji pada penelitian biji karet ini yaitu bertujuan untuk mengetahui jumlah protein biji karet sebelum ataupun sesudah fermentasi. Kandungan protein pada biji karet akan berpengaruh pada perlakuan selanjutnya yaitu proses pembuatan tahu karet-kedelai. Syarat protein untuk pembuatan tahu kedelai menurut SNI yaitu minimal 9%. Oleh sebab itu biji karet yang dilakukan proses fermentasi dapat menjadi bahan baku pembuatan tahu, karena kandungan akhir proteinnya > 9.

Berdasarkan Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa nilai kadar protein terendah pada fermentasi biji karet yaitu pada perlakuan dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus* sp. dengan lama

fermentasi 12 jam. dan untuk hasil yang menggunakan bakteri *Saccaromyces sereviceae* dengan lama fermentasi yang sama yaitu 12 jam. Sedangkan dilihat dari nilai kadar protein tertinggi baik dari bakteri *Lactobacillus* sp. ataupun *Saccaromyces sereviceae* yaitu pada lama fermentasi 48 jam.



Gambar 8. Kadar protein biji karet hasil fermentasi

Berdasarkan hasil penelitian, proses fermentasi dapat menurunkan kadar protein dari kadar awal tanpa perlakuan yaitu sebesar 12,88%. Setelah dilakukan fermentasi terjadi penurunan kadar protein pada mikroba *Lactobacillus* sp menjadi 5,5%, 8,1% dan 9,5%. Sedangkan pada mikroba *Saccaromyces sereviceae* berturut-turut sebesar 7,4%, 7,9% dan 10%. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroba yang memecahkan protein pada saat fermentasi berlangsung.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Kasprowicz-Potocka *et al* (2016) yang menyatakan bahwa mikroba dapat menghidrolisis protein pada produk pengaruh dari periode fermentasi yang dilakukan. Menurut Karim *et al* (2014), protein mengalami penurunan setelah proses fermentasi karena terjadi proses penguraian protein secara biologi dan semi biologis yaitu pada senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana pada kondisi yang terkontrol. Pada saat fermentasi, protein akan mengalami hidrolisis menjadi asam amino dan peptida yang selanjutnya akan terurai lagi menjadi komponen yang berperan pada cita rasa.

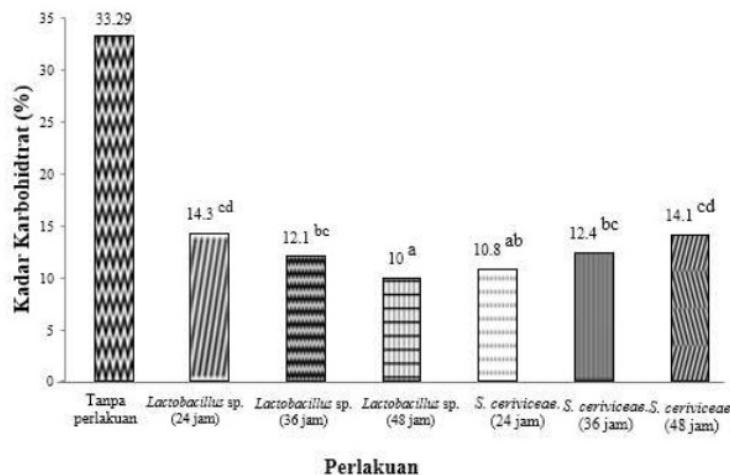
Analisa kadar protein pada setiap perlakuan dari kedua mikroba yang digunakan yaitu *Lactobacillus* sp. dan *Saccaromyces cerevisiae* menunjukkan semakin lama fermentasi maka hasilnya semakin mengalami kenaikan yaitu pada *Lactobacillus* sp. dari 5,5% pada lama fermentasi 12 jam, meningkat menjadi 8,1% pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar tertinggi yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 9,5%. Peningkatan protein pada *Saccaromyces cerevisiae* yaitu dari 7,4% pada lama fermentasi 12 jam, meningkat menjadi 7,9% pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar tertinggi yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 10. Hasil analisa menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan menggunakan bakteri *Saccaromyces cerevisiae*. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka dapat meningkatkan kadar protein pada biji karet.

Hasil analisa ini diperkuat dengan penelitian Iqbabul *et al* (2014) yang menyatakan bahwa selama proses fermentasi pada kacang mahoni dapat meningkatkan kadar protein dari 21,88% menjadi 22,43-26,8% pada waktu 72 jam. Peningkatan tersebut berkaitan erat dengan peningkatan massa mikroba yang digunakan selama fermentasi berlangsung, sehingga terjadi proses hidrolisis molekul protein menjadi asam amino dan peptide. Hal tersebut menjadi indikasi bahwa kacang mahoni bisa menjadi sumber protein nabati yang berkualitas tinggi.

c. Kadar karbohidrat

Analisa kadar karbohidrat yang diuji pada penelitian biji karet ini yaitu bertujuan untuk mengetahui jumlah karbohidrat biji karet sebelum ataupun sesudah fermentasi. Proses fermentasi yang menggunakan khamir seperti *Saccaromyces cerevisiae* membutuhkan karbohidrat yang cukup untuk pertumbuhan selama fermentasi berlangsung. Dalam proses fermentasi karbohidrat yang berupa glukosa berfungsi sebagai nutrisi bagi mikroba sehingga penting mengetahui kandungan yang terdapat pada biji karet.

Berdasarkan Gambar 9 dapat disimpulkan bahwa nilai kadar karbohidrat terendah pada fermentasi biji karet yaitu pada perlakuan dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus* sp. dengan lama fermentasi 48 jam. dan untuk hasil yang menggunakan bakteri *Saccaromyces cerevisiae* dengan lama fermentasi 12 jam. Sedangkan dilihat dari nilai kadar karbohidrat tertinggi pada mikroba *Saccaromyces cerevisiae* yaitu pada lama fermentasi 12 jam dan pada mikroba *Lactobacillus* sp. yaitu pada lama fermentasi 48 jam.



Gambar 9. Kadar karbohidrat biji karet hasil fermentasi

34

Berdasarkan hasil penelitian yang tertera pada Gambar 9 menunjukkan bahwa proses fermentasi dapat menurunkan kadar karbohidrat dari kadar tanpa perlakuan yaitu sebesar 33,29%, setelah dilakukan fermentasi terjadi penurunan kadar karbohidrat pada mikroba *Lactobacillus* sp menjadi 14,3%, 12,1% dan 10%. Sedangkan pada mikroba *Saccaromyces cereviceae* berturut-turut sebesar 10,8%, 12,4% dan 14,1%.

Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Putri (2016) yang menyatakan bahwa proses fermentasi dapat menurunkan kadar karbohidrat dimana karbohidrat berupa glukosa selama proses fermentasi digunakan dan dimanfaatkan secara terus menerus oleh mikroba seperti *Saccaromyces cereviceae* untuk pertumbuhan sel. Dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin tinggi jumlah sel yang terdapat pada medium fermentasi maka kadar gula reduksi pada medium fermentasi semakin berkurang dan etanol yang dihasilkan semakin tinggi. *Saccharomyces cerevisiae* dapat

²⁶

mengkonversi gula menjadi etanol karena adanya enzim invertase dan zimase. Analisa kadar karbohidrat pada setiap perlakuan yang menggunakan *Lactobacillus* sp. menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka hasilnya semakin mengalami penurunan yaitu dari kadar 14,3% pada lama fermentasi 12 jam, menurun menjadi 12,1% pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar terendah yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 10%.

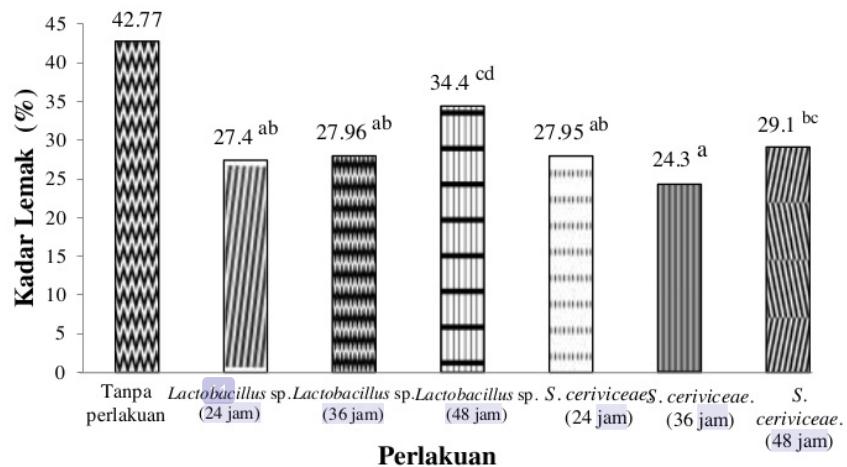
Kadar karbohidrat dengan lama fermentasi yang digunakan mengalami penurunan karena pemanfaatan sumber glukosa oleh mikroba *Lactobacillus* sp. untuk sumber nutrisi dan pembentukan sel. Sehingga semakin lama fermentasi berlangsung kadar karbohidrat akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Andarti (2015) yang menyimpulkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan pada kedelai hitam mengalami penurunan kadar karbohidrat yang disebabkan oleh penguraian gula reduksi menjadi gula sederhana hasil pemecahan karbohidrat sebagai sumber energi mikroba yang digunakan.

Hasil fermnetasi menggunakan *Saccaromyces cerevisiae* mengalami peningkatan kadar karbohidrat yaitu dari 10,8% pada lama fermentasi 12 jam, meningkat menjadi 12,4% pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar tertinggi yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 14,1%. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi berlangsung maka dapat meningkatkan kadar sukrosa pada biji karet.

Hasil analisa ini diperkuat dengan penelitian Yunus (2015) yang menyatakan bahwa selama proses fermentasi pada buah velva pisang ambon meningkatkan kadar karbohidrat karena peningkatan sukrosa. Menurut Affandi (2011) proses fermentasi pada ampas sawit dengan menggunakan *Rhizopus* dapat meningkatkan kandungan karbohidrat selaras dengan meningkatnya kandungan sukrosa pada produk.

d. Kadar Lemak

Analisa kadar lemak yang diuji pada penelitian biji karet ini yaitu bertujuan untuk mengetahui jumlah lemak yang terkandung dalam biji karet sebelum ataupun sesudah fermentasi. Selain itu, kadar lemak juga berpengaruh pada pembuatan tahu dimana menurut SNI kadar lemak tidak boleh lebih dari 0,5%.



Gambar 10. Kadar lemak biji karet fermentasi

Berdasarkan Gambar 10 dapat disimpulkan bahwa nilai kadar lemak terendah pada fermentasi biji karet yaitu pada perlakuan dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus* sp. dengan lama fermentasi 12 jam. Sementara untuk hasil yang menggunakan bakteri *Saccaromyces cereviseae* yaitu pada lama fermentasi 36 jam. Dilihat dari nilai kadar lemak tertinggi pada mikroba *Lactobacillus* sp. yaitu pada lama fermentasi 48 jam dan pada fermentasi dengan mikroba *Saccaromyces cereviseae* yaitu pada lama fermentasi 48 jam.² Berdasarkan hasil penelitian, proses fermentasi dapat menurunkan kadar lemak dari kadar awal tanpa perlakuan yaitu sebesar 42,77%, setelah dilakukan fermentasi terjadi penurunan pada mikroba *Lactobacillus* sp menjadi 27,4%, 29,6% dan 34,4%. Sedangkan pada mikroba *Saccaromyces cereviseae* berturut-turut sebesar 27,95%, 24,3% dan 29,1%.

Penurunan kadar lemak pada proses fermentasi disebabkan oleh adanya penggunaan lemak untuk sumber energi mikroba ketika proses fermentasi berlangsung sehingga kadar lemak menjadi terurai. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Affandi (2011).

Analisa kadar lemak pada setiap perlakuan yang menggunakan *Lactobacillus* sp. menunjukkan semakin lama fermentasi maka hasilnya semakin mengalami peningkatan yaitu dari kadar 27,4% pada lama fermentasi 12 jam, meningkat menjadi 27,9% pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar lemak pada lama fermentasi 48 jam yaitu sebesar 34,4%. Kadar lemak pada hasil fermentasi menggunakan *Saccaromyces cereviseae* menunjukkan semakin lama fermentasi maka hasilnya semakin mengalami peningkatan juga yaitu dari kadar 27,95% pada lama fermentasi 12 jam, menjadi 24,3% pada lama fermentasi 36 jam⁹.

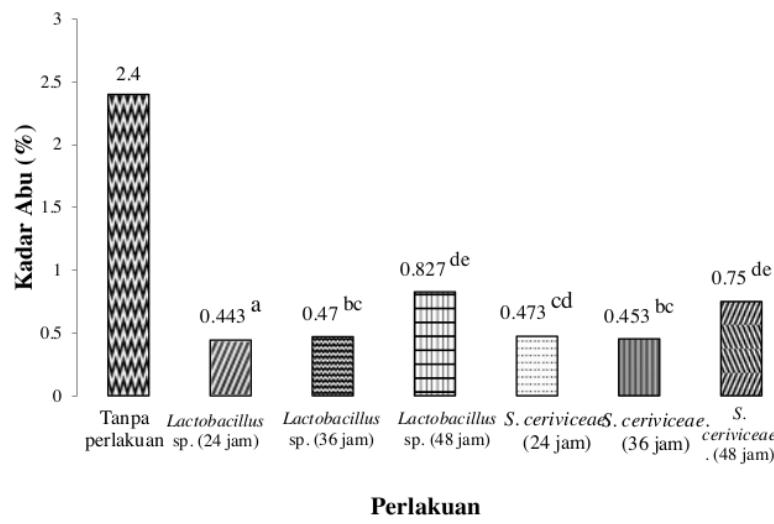
dan meningkat menjadi 29,1% pada lama fermentasi selama 48 jam.

⁸ Hal ini menunjukan bahwa semakin lama fermentasi kadar lemak semakin meningkat baik pada *Lactobacillus sp* maupun *Saccaromyces cereviceae* pengaruh dari mikroba yang mampu memproduksi minyak selama proses fermentasi dimana mikroba adalah sel hidup yang mampu menghasilkan lipid atau lemak.

a. Kadar Abu

Analisa kadar abu yang diuji pada penelitian biji karet ini yaitu bertujuan untuk mengetahui jumlah abu biji karet sebelum ataupun sesudah fermentasi. Selain itu, bertujuan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu produk yaitu kandungan total mineral pada biji karet. Kadar abu pada SNI tahu memiliki ambang batas yaitu maksimal 1%. Sehingga proses analisa kadar abu pada hasil proses fermentasi ini dapat membantu dalam mengetahui kadar abu akhir dari suatu bahan.

Berdasarkan Gambar 11 dapat disimpulkan bahwa nilai kadar abu terendah pada fermentasi biji karet yaitu pada perlakuan dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus sp.* dengan lama fermentasi 12 jam. dan untuk hasil yang menggunakan bakteri *Saccaromyces cereviceae* dengan lama fermentasi 36 jam. Sedangkan dilihat dari nilai kadar abu tertinggi pada fermentasi dengan mikroba *Lactobacillus sp.* yaitu pada lama fermentasi 48 jam sedangkan pada fermentasi dengan mikroba *Saccaromyces cereviceae* memiliki hal yang sama yaitu pada lama fermentasi 48 jam.



Gambar 11. Kadar abu biji karet fermentasi

Berdasarkan hasil penelitian, proses fermentasi dapat menurunkan kadar abu dari kadar awal tanpa perlakuan yaitu sebesar 2,4%, setelah dilakukan fermentasi terjadi penurunan kadar abu yaitu pada mikroba *Lactobacillus* sp menjadi 0,043%, 0,47% dan 0,827%. Sedangkan pada mikroba *Saccaromyces sereviceae* berturut-turut sebesar 0,473%, 0,543% dan 0,75%.

Penurunan kadar abu setelah proses fermentasi ini disebabkan adanya peningkatan bahan-bahan organik yang terbentuk setelah proses fermentasi berlangsung. Dari terbentuknya bahan organik ini maka menyebabkan penurunan pada kadar anorganik yaitu salah satunya kadar abu (Rahmadi, 2003).

Analisa kadar abu pada setiap perlakuan yang menggunakan *Lactobacillus* sp. menunjukkan semakin lama fermentasi maka hasilnya semakin mengalami peningkatan yaitu dari kadar 0,043% pada lama fermentasi 12 jam, meningkat menjadi 0,47% pada lama fermentasi

24 jam, dan kadar tertinggi yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 0,827%. Hasil fermentasi menggunakan *Saccaromyces cereviceae* mengalami peningkatan yaitu dari kadar sebesar 0,473% pada lama fermentasi 12 jam, meningkat menjadi 0,543% pada lama fermentasi 24 jam, dan kadar tertinggi yaitu pada lama fermentasi 48 jam dengan kadar 0,75%. Kondisi ini menunjukkan semakin lama waktu fermentasi yang digunakan maka kadar abu semakin meningkat akibat semakin meningkatkan kadar mineral dalam suatu bahan akibat proses fermentasi.

f. Analisa Perlakuan Terbaik

Pada penelitian ini parameter yang digunakan untuk perlakuan terbaik yaitu kadar HCN, protein, karbohidrat, lemak dan abu. Hasil perhitungan perlakuan terbaik disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Analisa Perlakuan Terbaik

Perlakuan	HCN	Protein	Karbohidrat	Lemak	Abu	Jumlah
A1F1	0.21	0	0.20	0.05	0	0.47
A1F2	0.15	0.13	0	0.06	0.01	0.45
A1F3	0	0.20	0.0	0.18	0.15	0.53
A2F1	0.25	0.10	0.04	0.06	0.01	0.46
A2F2	0.18	0.12	0.11	0.00	0.00	0.42
A2F3	0.06	0.23	0.19	0	0	0.67

Keterangan:

A1 = menggunakan *Lactobacillus* sp.

A2 = menggunakan *Sacharomyces cerevisiae*

F1 = inkubasi selama 24 jam

F2 = inkubasi selama 36 jam

F3 = inkubasi selama 48 jam

Kesimpulan dari Tabel 6 adalah dari 6 perlakuan dan 5 parameter yang digunakan untuk perlakuan terbaik yaitu terdapat dua kesimpulan. Kesimpulan pertama yaitu dari jenis mikroba *Saccaromyces cereviceae* memiliki perlakuan terbaik pada lama

fermentasi 48 jam yang memiliki nilai akhir 0,67. Kesimpulan yang kedua yaitu untuk jenis mikroba *Lactobacillus sp.* memiliki perlakuan terbaik pada lama fermentasi 48 jam dengan nilai 0,53. Dari dua kesimpulan analisa perlakuan terbaik yang di ambil sebagai pilihan pertama dan juga digunakan untuk analisa kelayakan usaha dan yaitu menggunakan nilai tertinggi dari dua kesimpulan awal. Maka yang menjadi perlakuan terbaik yaitu pada jenis mikroba *Saccharomyces cereviceae* dengan lama fermentasi 48 jam.

5.

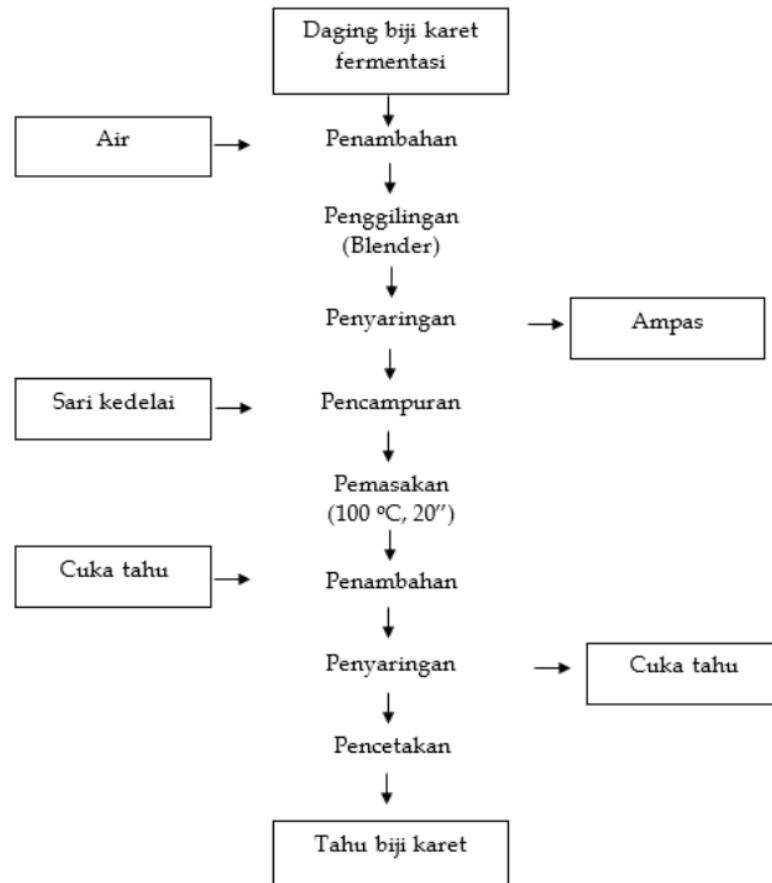
Aplikasi Biji Karet Terfermentasi

5.1 Pembuatan Produk

Daging biji karet yang telah difermentasi memiliki banyak potensi untuk dibuat menjadi olahan pangan. Salah satu bentuk olahannya adalah menjadi tahu. Daging biji karet yang telah difermentasi kemudian digiling dan dicampur dengan air sampai menjadi bubur daging biji karet. Selanjutnya bubur biji karet disaring dan diambil sari biji karetnya. Tahapan berikutnya yaitu mencampurkan sari biji karet dan sari kedelai dengan perbandingan 1:1. Setelah dicampur selanjutnya dimasak sampai mengental pada suhu 100⁰ C. Dalam tahapan proses pemasakan, tambahkan cuka tahu sebagai penggumpal pembuatan tahu sebanyak 50%. Setelah ditambahkan dengan cuka tahu, sari biji karet dan kedelai akan menggumpal dan terpisah antara gumpalan sarinya dengan air cuka serta air sisa dari gumpalan sari kedelai dan biji karet. Setelah menggumpal masukan kedalam cetakan tahu dengan dilapisi saringan agar struktur saat dicetak menjadi padat. Ketika mencetak gumpalan tahu tekanan yang digunakan kuat agar tahu tercetak baik dan tidak hancur serta kandungan air berkurang.

Adapun diagram alir proses pembuatan tahu karet yaitu disajikan dalam Gambar 12. Dari Gambar 12 dapat diketahui bahwa pembuatan tahu biji karet dilakukan pencampuran dengan biji kedelai agar kualitas tahu biji karet hamper sama dengan tahu dari kedelai, selain itu proses penggumpalan tahu dilakukan dengan

menggunakan cuka tahu bisa diperoleh dari air sisa pembuatan tahu pada industri tahu.



Gambar 12. Proses pembuatan tahu biji karet



Gambar 12. Tahu dari Biji Karet

5.2 Analisa Kelayakan Usaha

Analisis kelayakan usaha merupakan suatu penelitian yang dilakukan terhadap perencanaan suatu bisnis atau usaha yang tidak hanya menganalisis layak atau tidaknya suatu usaha ketika akan dibangun dan dijalankan, tetapi juga mengetahui ketika operasional dari usaha dijalankan secara rutin untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal pada waktu yang tidak ditentukan (Umar, 2003) dalam Emawati (2007). Studi kelayakan usaha merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk pertimbangan pengambilan keputusan terhadap usaha yang akan dijalankan, apakah layak dan dapat diterima dengan menghasilkan keuntungan atau akan mengalami kerugian. Selain itu tujuan analisa kelayakan usaha untuk menghindari penanaman modal yang terlalu besar yang tidak dapat menguntungkan (Emawati, 2007).

Analisa kelayakan usaha dilakukan pada produk tahu karet-kedelai dengan menggunakan biji karet hasil perlakuan terbaik yaitu pada jenis mikroba *Saccharomyces cerevisiae* dan menggunakan waktu fermentasi 48 jam. Perlakuan terbaik dari penelitian ini pada awalnya memiliki dua perlakuan terbaik karena rancangan yang digunakan

adalah Rancangan Acak Tercarang (RAT). Meskipun demikian, untuk dilakukan uji lanjutan berupa analisa kelayakan usaha yang dipilih adalah yang memiliki nilai paling baik yakni mikroba *Saccaromyces cerevisiae*. Selain memiliki nilai paling baik (NH tertinggi) penggunaan *Saccaromyces cerevisiae* memiliki kelebihan yaitu mudah didapatkan sehingga memudahkan aplikasi dilingkungan masyarakat.

10

5.2.1 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi adalah jumlah dan jenis output maksimum yang diproduksi suatu perusahaan dalam kurun waktu tertentu. Kapasitas produksi tahu karet-kedelai dalam satu hari yaitu 50 kg yang terdiri dari 35 kg biji karet dan 15 kg kedelai. Dari 50 kg bahan baku pembuatan tahu dihasilkan 70 potong tahu dengan setiap potong tahu terdiri dari 700 gram per potong tahu atau per bungkus kemasan penjualan. Produksi dalam satu bulan (25 hari) dengan kapasitas produksi per hari 50 kg yang menghasilkan 70 potong tahu maka membutuhkan bahan baku sebesar 1250 kg per bulan dengan menghasilkan 1750 potong tahu. Dengan demikian dalam waktu satu tahun (300 hari) maka menghasilkan 21.000 potong tahu karet-kedelai per kemasan penjualan. Asumsi dan parameter analisa usaha tahu karet-kedelai yaitu:

- a. Periode proyek selama 5 tahun
- 5
b. Jumlah bulan dalam satu tahun yaitu 12 bulan
- c. Hari kerja dalam satu bulan yaitu 25 hari
- d. Output produksi dan harga:

Rata-rata produksi tahu karet-kedelai per tahun yaitu sebanyak 21.000, rata-rata produksi per bulan yaitu 1750 dan rata-rata produksi tahu karet-kedelai per hari yaitu 70 potong tahu.

- e. Rata-rata kebutuhan tenaga kerja:
3 orang meliputi: 1 manajer dan 2 tenaga kerja produksi.
- f. Penggunaan input pertahun:
Kebutuhan bahan baku pembuatan tahu karet-kedelai yaitu 10500 kg biji karet dan 4500 kg kedelai.
- g. Suku bunga bank 15%
- h. Proporsi modal
Modal pribadi 100%

5.2.2 Analisis Aspek Finansial

Aspek finansial dalam pembuatan tahu karet-kedelai dikelompokan menjadi dua bagian yaitu biaya investasi dan biaya operasional. Biaya investasi yaitu biaya yang dikeluarkan pada awal pendirian usaha seperti pembangunan dan kapasitas produksi. Biaya operasional yaitu biaya yang digunakan secara berkala untuk melakukan suatu kegiatan produksi dalam kurun waktu yang singkat. Biaya operasional dibagi menjadi dua bagian yaitu biaya variable yaitu biaya yang mengalami perubahan selama usaha berlangsung. Biaya operasional yang kedua adalah biaya tetap yaitu biaya yang tidak mengalami perubahan dalam jangka waktu pendek meskipun akan terjadi perubahan dalam jangka waktu panjang. Rincian biaya investasi dan operasional.

a. Biaya Variabel

Biaya variabel dalam usaha tahu karet-kedelai yaitu terdiri dari total biaya bahan baku pembuatan tahu karet-kedelai, biaya kemasan dan total tenaga kerja. Total bahan baku karet dalam sekali produksi yaitu sebanyak 50 kg dengan total biaya Rp. 5.625.000, total biaya kemasan yaitu Rp. 306.250. Total biaya tenaga kerja dengan rincian 2 tenaga kerja produksi yaitu Rp. 2.500.000/bulan, sehingga total keseluruhan biaya variable yaitu sebesar Rp. 8.431.250. Rincian biaya variabel.

b. Biaya Tetap

Biaya tetap yang dikeluarkan dalam usaha produksi tahu karet-kedelai yaitu biaya transportasi, listrik, pemeliharaan dan sanitasi, serta biaya tenaga kerja manajer. Total biaya tetap keseluruhan yaitu Rp. 3.399.383 dalam satu bulan sehingga dalam satu tahun (300 hari) yaitu sebesar Rp. 40.792.600. Rincian biaya tetap dapat dilihat pada lampiran 17.

5.2.4 Harga Pokok Penjualan

Harga Pokok Penjualan (HPP) adalah total keseluruhan biaya yang dikeluarkan secara langsung untuk mendapatkan barang atau jasa yang dijual. Perhitungan HPP dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya biaya produksi yang akan dikeluarkan oleh perusahaan saat akan memproduksi barang atau jasa. Pada umumnya perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP) terdiri atas biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya overhead.

Harga pokok produksi pada usaha pembuatan tahu karet-kedelai yaitu Rp. 6.760,36 (700 gram per bungkus) dengan harga jual

Rp. 7.774,42. Dalam penentuan harga jual setiap Perusahaan mempunyai kebijakan masing-masing menurut cara perhitungan salah satunya yaitu metode *full costing*. Metode ini yaitu penentuan harga pokok produk yang memperhitungan semua unsure biaya produksi seperti biaya bahan baku, biaya overhead pabrik, biaya tenaga kerja yang terdiri dari biaya variable dan biaya tetap sehingga harga pokok penjualan tahu karet-kedelai per bungkus yaitu sebesar Rp. 8000/bungkus (700 gram).

5.2.5 Break Event Point (BEP)

Perhitungan nilai BEP pada pembuatan tahu karet-kedelai menunjukan nilai BEP unit sebesar 8.323 selama 5 tahun produksi, sedangkan BEP harga yaitu Rp. 66.585.147.

5.2.6 Hasil Analisis Finansial

Hasil analisis finansial kelayakan usaha tahu karet-kedelai menunjukan hasil seperti yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Finansial Usaha Tahu Karet-Kedelai

Kriteria Kelayakan Usaha	Nilai	Kaidah Perhitungan	Kesimpulan
		Kelayakan Finansial	
Net Present Value	6.476.038	> 0	Usaha layak dijalankan
IRR	21%	> 10	Usaha layak dijalankan
Net B/C	1,60	> 1	Usaha layak dijalankan
R/C Ratio	1,18	> 1	Usaha layak dijalankan
Payback Period	1,01	< 5 tahun	Usaha layak dijalankan

Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa dari kelima analisa kelayakan usaha yaitu NPV, IRR, Net B/C, R/C Ratio dan PP usaha tahu karet-kedelai layak diusahakan sesuai dengan kaidah perhitungan analisa kelayakan finansial. Dari perhitungan penelitian ini nilai NPV 6.476.038 tersebut menggambarkan bahwa manfat bersih yang diperoleh selama 5 tahun umur usaha sebesar Rp. 6.476.038. Nilai IRR pada usaha karet-kedelai sebesar 21%, maka besarnya pengembalian usaha selama 5 tahun dengan tingkat bunga 15% terhadap modal yang telah dikeluarkan yaitu 21%. Nilai Net B/C yang diperoleh yaitu sebesar 1,60 yang artinya setiap Rp. 1 yang dikeluarkan akan mendapat manfaat 1,60. Pada nilai R/C Ratio diperoleh sebesar 1,18. Dilihat dari waktu pengembalian investasi usaha dapat dilihat dari *Payback period* yang setelah mengakami kerugian maka waktu pengembalian investasi usaha tahu karet-kedelai yaitu 1,01.

Buku Reduksi Sianida

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

1	media.unpad.ac.id Internet Source	3%
2	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	2%
3	student-activity.binus.ac.id Internet Source	2%
4	www.ruangguru.co.id Internet Source	1%
5	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	1%
6	repository.ipb.ac.id Internet Source	1%
7	www.scribd.com Internet Source	1%
8	Submitted to Politeknik Negeri Jember Student Paper	1%
9	Mariati Edam. "APLIKASI BAKTERI ASAM LAKTAT UNTUK MEMODIFIKASI TEPUNG	1%

SINGKONG SECARA FERMENTASI", Jurnal Penelitian Teknologi Industri, 2017

Publication

10	fr.scribd.com	1 %
	Internet Source	
11	repository.unpas.ac.id	1 %
	Internet Source	
12	andrygmv.net	<1 %
	Internet Source	
13	Submitted to Udayana University	<1 %
	Student Paper	
14	eprints.umm.ac.id	<1 %
	Internet Source	
15	Submitted to Universitas Jember	<1 %
	Student Paper	
16	Submitted to Universitas Islam Indonesia	<1 %
	Student Paper	
17	Submitted to Universitas Sebelas Maret	<1 %
	Student Paper	
18	repository.usu.ac.id	<1 %
	Internet Source	
19	docobook.com	<1 %
	Internet Source	
	adoc.tips	

20	Internet Source	<1 %
21	garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
22	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
23	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %
24	Submitted to Surabaya University Student Paper	<1 %
25	repositori.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
26	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
27	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
28	es.scribd.com Internet Source	<1 %
29	Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium Student Paper	<1 %
30	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
31	Submitted to Sekolah Global Jaya Student Paper	<1 %

32

tapem.riau.go.id

Internet Source

<1 %

33

digilib.unisayogya.ac.id

Internet Source

<1 %

34

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1 %

Exclude quotes

Off

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

Off

Buku Reduksi Sianida

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79
