

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI JAMUR
Rhizopus oligosporus TERHADAP KARAKTERISTIK TEMPE BIJI
SORGUM (*Sorghum bicolor* (L) Moench)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*



Oleh :

Aulia Nur Hanifah

16.30.20.227

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2021**

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI JAMUR
Rhizopus oligosporus TERHADAP KARAKTERISTIK TEMPE BIJI
SORGUM (*Sorghum bicolor* (L) Moench)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*

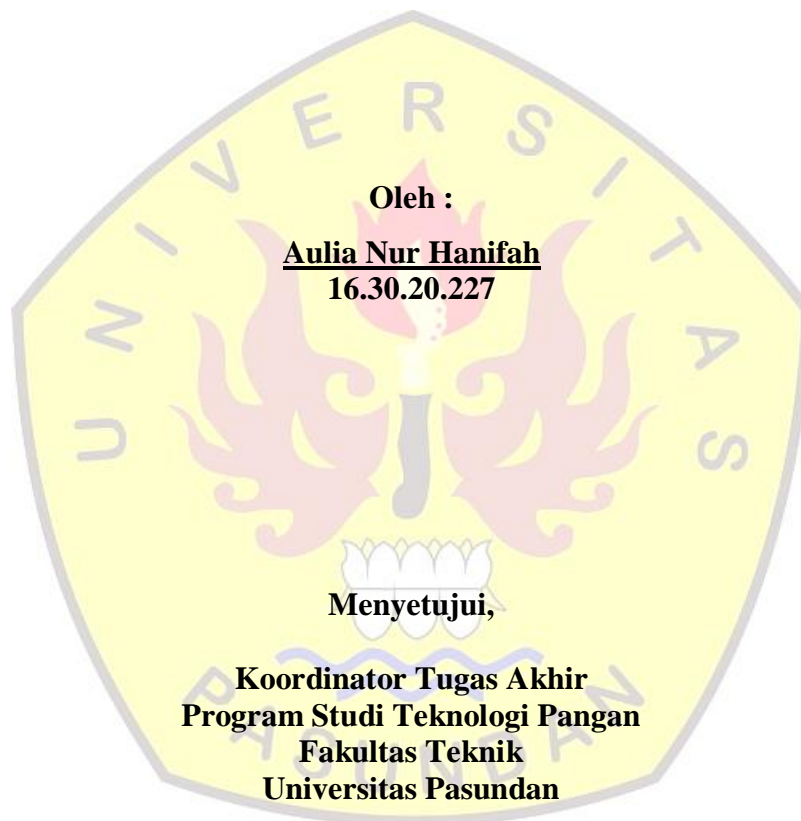


Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng.

Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN KONSENTRASI JAMUR
Rhizopus oligosporus TERHADAP KARAKTERISTIK TEMPE BIJI
SORGUM (*Sorghum bicolor* (L) Moench)**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*



Yelliantty

(Yelliantty, S. Si., M.Si.)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Kerangka Pemikiran.....	6
1.6. Hipotesis Penelitian.....	11
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	11
II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1. Sorgum	12
2.1.1. Kandungan Gizi Sorgum	13
2.1.2. Karakteristik Sorgum dan Pemanfaatannya.....	16
2.1.3. Manfaat Sorgum	20
2.1.4. Kelebihan dan Kekurangan Sorgum	21
2.2. Inokulum Tempe	23
2.2.1. <i>Rhizopus oligosporus</i>	24
2.3. Tempe.....	26
2.3.1. Definisi Tempe	26
2.3.2. Proses Pembuatan Tempe	27
2.3.3. Kandungan Gizi Tempe.....	29
2.3.4. Syarat Mutu Tempe	31

2.4. Fermentasi dalam Pembuatan Tempe.....	32
III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1. Bahan dan Alat	35
3.1.1. Bahan	35
3.1.2. Alat	35
3.2. Metode Penelitian.....	36
3.2.1. Penelitian Pendahuluan.....	36
3.2.2. Penelitian Utama.....	36
3.3. Prosedur Penelitian.....	42
3.3.1. Prosedur Penelitian Utama	42
3.3.2. Diagram Alir Pembuatan Tempe Biji Sorgum	44
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1. Penelitian Pendahuluan	46
4.2. Penelitian Utama	47
4.2.1. Respon Kimia	47
4.2.2. Respon Organoleptik	58
4.3. Analisa Sampel Terpilih.....	65
4.4. Foto Sampel.....	69
4.4.1. Foto Sampel Ulangan Ke-1	69
4.4.2. Foto Sampel Ulangan Ke-2	71
IV SIMPULAN DAN SARAN	73
5.1. Simpulan.....	73
5.2. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	81

ABSTRAK

Tempe merupakan makanan tradisional khas Indonesia yang kaya akan protein, tempe terbuat dari kacang kedelai yang direbus kemudian di fermentasi oleh kapang *Rhizopus*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan lama fermentasi dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* yang tepat dengan karakteristik tempe biji sorgum yang sesuai dengan syarat mutu tempe dalam Badan Standardisasi Nasional (BSN). Manfaat dari penelitian adalah untuk mengenalkan bahan alternatif selain kacang kedelai, sebagai diversifikasi pangan, meningkatkan nilai guna dan ekonomis terhadap biji sorgum.

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok pola faktorial 4x3 dengan 2 kali pengulangan. Faktor pertama adalah lama fermentasi a_1 (24 jam), a_2 (36 jam), a_3 (48 jam), dan a_4 (60 jam). Faktor kedua adalah konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* b_1 (0,6%), b_2 (1,2%), dan b_3 (1,8%). Rancangan respon yang digunakan adalah respon mikrobiologi yaitu perhitungan jumlah mikroba pada jamur *Rhizopus oligosporus*. Respon kimia yaitu kadar protein, kadar serat kasar, kadar air, dan kadar tanin. Respon organoleptik yaitu uji hedonik serta respon sampel terpilih yaitu kadar lemak dan kadar karbohidrat-pati.

Hasil penelitian lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar protein, serat kasar, tanin dan juga air. Konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* berpengaruh terhadap kadar protein, serat kasar, dan tanin. Interaksi antara lama fermentasi dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* berpengaruh terhadap kadar protein, serat kasar, dan tanin. Sampel yang terpilih adalah dengan lama fermentasi 48 jam dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* 1,8%. Kadar protein, kadar serat kasar, kadar air, kadar tannin, kadar karbohidrat-pati, dan kadar lemak dalam produk berturut-turut adalah sebesar 10,35% ; 2,90% ; 50,54% ; 0,443% ; 2,20% ; dan 6,89%.

Kata kunci : Biji Sorgum, Tempe, Fermentasi, Jamur *Rhizopus oligosporus* (inokulum tempe), dan Tempe Biji Sorgum.

ABSTRACT

Tempeh is a traditional Indonesian food rich in protein, tempeh made from soybeans boiled then fermented by Rhizopus. The purpose of this research is to determine the duration of fermentation and concentration of the fungus Rhizopus oligosporus with the characteristics of tempeh sorghum seeds in accordance with the requirements of tempeh quality in the National Standardization Agency. The benefit of the research is to introduce alternative ingredients other than soybeans, as food diversification, increase the use and economical value of sorghum seeds.

The model of experimental design used in the research is Randomized Block Design 4x3 factorial with two times repetitions. The first factor is fermentation duration a_1 (24 hours), a_2 (36 hours), a_3 (48 hours), and a_4 (60 hours). The second factor is the concentration of Rhizopus oligosporus (0,6%), b_2 (1,2%), and b_3 (1,8%). The response design is use microbiological response that is the determination of the number of living cells and the number of dead cells in the fungus Rhizopus oligosporus. Chemical responses are protein content, fiber content, moisture content, and tannin content. Organoleptic response is hedonic test and selected sample response is fat content and carbohydrate-starch content.

The results duration of fermentation has an effect on protein content, fiber content, tannin content, and moisture content. The concentration of the fungus Rhizopus oligosporus has an effect on protein content, fiber content, and tannin content. The interaction between duration of fermentation and of the fungus Rhizopus oligosporus concentration affects protein content, fiber content, and tannin content. The selected sample was with a fermentation duration of 48 hours and a 1,8% concentration of the fungus Rhizopus oligosporus. Protein content, fiber content, moisture content, tannin content, carbohydrate-starch content, and fat content in the product consecutive was 10,35% ; 2,90% ; 50,54% ; 0,443% ; 2,20% ; and 6,89%.

Key words : Sorghum Seeds, Tempeh, Fermentation, fungus Rhizopus Oligosporus (tempeh inoculum), and Tempeh Sorghum Seeds.

I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Latar Belakang Penelitian, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Waktu dan Tempat Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Tempe merupakan makanan tradisional khas Indonesia yang kaya akan protein, tempe terbuat dari kacang kedelai yang direbus kemudian difermentasi oleh kapang *Rhizopus*. Kapang dari jenis *Rhizopus* merupakan organisme yang terpenting dalam fermentasi tempe. Tempe mengandung berbagai nutrisi yang diperlukan oleh tubuh seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Keunggulan tempe terdapat pada teksturnya yang lembut, berserat tinggi, larut dalam air, dan mudah dicerna. Hal ini dikarenakan kapang tumbuh pada kacang kedelai menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh manusia (Cahyadi, 2007).

Dalam beberapa tahun kebelakang produksi kacang kedelai terus menurun sedangkan kebutuhan akan kacang kedelai masih relatif besar. Oleh karenanya masih perlu impor dari negara lain, sehingga Indonesia termasuk ke dalam negara pengimpor kacang kedelai terbesar kesepuluh. Impor kacang kedelai selama periode tahun 2015-2020 mencapai 17,7 juta ton dan selama kurun waktu tersebut rata-rata pertahun meningkat 5,26%.

Untuk mengurangi konsumsi kacang kedelai perlu adanya modifikasi bahan baku dalam pembuatan tempe atau dengan menambahkan bahan lain yang memiliki nilai gizi yang sama dengan kacang kedelai ataupun memiliki nilai gizi yang lebih

baik dibandingkan dengan kacang kedelai dan sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia. Salah satu bahan pengganti kacang kedelai adalah biji sorgum.

Biji sorgum (*Sorgum bicolor* (L) Moench) merupakan komoditas biji-bijian penting kelima setelah gandum, padi, jagung, dan *barley*. Biji sorgum merupakan bahan sereal yang alternatif pangan lokalnya belum mendapat banyak perhatian karena pemanfaatan sorgum masih sangat rendah dikarenakan sorgum bernilai sosial rendah, padahal sorgum memiliki nilai gizi yang baik. Biji sorgum memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dibandingkan dengan golongan sereal lain, yaitu sekitar 10-15%, biji sorgum juga mengandung beberapa zat gizi seperti vitamin B1, zat besi, kalsium, fosfor, karbohidrat, dan serat yang tinggi sehingga dapat membantu menurunkan kebutuhan akan insulin. Selain memiliki serat tinggi, sorgum juga memiliki indeks glikemik rendah (<50) yang baik untuk penderita diabetes melitus karena mampu mencegah peningkatan gula darah. Tetapi sorgum juga memiliki zat anti nutrisi seperti tanin dan asam fitat tetapi kadar zat anti nutrisi ini bisa menurun melalui proses pengolahan pada sorgum.

Oleh karena itu, mahal nya harga kedelai dapat diganti dengan memanfaatkan biji sorgum untuk bahan pembuatan tempe, biji sorgum memiliki harga yang murah, selain itu pemanfaatan biji sorgum untuk bahan pangan masih sangatlah jarang sehingga masyarakat Indonesia kurang mengetahui mengenai sorgum serta mudah didapatkan karena biji sorgum dapat tumbuh di daerah yang beriklim kering atau musim hujannya pendek serta tanah yang kurang subur. Daerah penghasil sorgum adalah Jawa Tengah (Purwodadi, Pati, Demak, Wonogiri), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul, Kulon Progo), Jawa Timur (Lamongan,

Bojonegoro, Tuban, Probolinggo), sebagian Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur (Hermawan, 2013).

Pembuatan tempe dilakukan melalui fermentasi dengan menggunakan kapang *Rhizopus*, kapang dari jenis *Rhizopus* merupakan organisme yang terpenting dalam fermentasi tempe. Beberapa *species* yang sering ditemukan dalam tempe yaitu *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus stolonifer*, dan *Rhizopus orrhizus*. Tetapi diantara *species* tersebut *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* yang memegang peran utama dalam fermentasi tempe. Proses fermentasi akan mengakibatkan biji kacang kedelai mengalami proses penguraian menjadi senyawa sederhana sehingga mudah dicerna oleh tubuh (Winarno, 2004).

Lama fermentasi dan konsentrasi ragi sangat berpengaruh dalam keberhasilan pembuatan tempe, ciri tempe yang berhasil ialah ada lapisan putih (miselium) di sekitar kacang kedelai dan pada saat dipotong tempe tidak menjadi hancur (Steinkraus,dkk, 2002). Pada saat proses fermentasi dapat menurunkan kadar tanin pada sorgum sebesar 29,13% sampai 33,69% tergantung pada lamanya proses fermentasi, proses fermentasi juga dapat meningkatkan kandungan protein pada tempe biji sorgum yang dihasilkan, dan juga lama fermentasi akan berpengaruh terhadap tekstur tempe yang dihasilkan, semakin lama proses fermentasi maka tekstur pada tempe akan semakin baik, tetapi jika waktu fermentasinya terlalu lama akan mengakibatkan warna pada tempe akan mulai kehitaman, kemudian cita rasa dan aroma pada tempe juga akan menurun, serta fase pembusukan pun akan semakin cepat.

Sama halnya dengan lama fermentasi, konsentrasi ragi pun akan berpengaruh terhadap karakteristik tempe yang dihasilkan, penggunaan inokulum yang terlalu banyak akan menyebabkan waktu fermentasi menjadi terlalu kritis, dan jika inokulum yang digunakan terlalu banyak akan menghasilkan rasa pahit pada tempe, sedangkan penggunaan inokulum dengan jumlah yang sedikit menyebabkan kurang tumbuhnya mikroba pada tempe, semakin banyak miselium kapang yang tumbuh pada tempe maka semakin baik pula tekstur tempe. Miselium akan meningkatkan kerapatan massa tempe satu sama lain sehingga membentuk suatu massa yang kompak dan mengurangi rongga udara di dalamnya. Jamur *Rhizopus oryzae* merupakan jamur yang sering digunakan dalam pembuatan tempe dan aman untuk dikonsumsi, karena tidak menghasilkan toksin dan mampu menghasilkan asam laktat serta mampu mengurai lemak kompleks menjadi trigliserida dan asam amino. Jamur ini tumbuh baik pada kisaran pH 3,4-6 semakin lama waktu fermentasi, pH tempe semakin meningkat sampai pH 8,4 sehingga jamur semakin menurun karena pH yang tinggi kurang sesuai untuk pertumbuhan jamur.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk memanfaatkan biji sorgum sebagai bahan baku pengganti kacang kedelai. Pemilihan biji sorgum ini karena selain untuk mengurangi penggunaan kacang kedelai juga untuk mengenalkan biji sorgum kepada masyarakat umum dan menambah inovasi dalam bidang teknologi pangan dan gizi. Peneliti tertarik untuk meneliti mengenai Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Jamur *Rhizopus oligosporus* Terhadap Karakteristik Tempe Biji Sorgum.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diketahui identifikasi masalahnya sebagai berikut :

1. Apakah lama fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik tempe biji sorgum?
2. Apakah konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* berpengaruh terhadap karakteristik tempe biji sorgum?
3. Apakah interaksi antara lama fermentasi dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* berpengaruh terhadap karakteristik tempe biji sorgum?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* terhadap karakteristik tempe biji sorgum.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan lama fermentasi dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* yang tepat dengan karakteristik tempe biji sorgum yang sesuai dengan syarat mutu tempe dalam Badan Standardisasi Nasional (BSN).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini, yaitu :

1. Memanfaatkan bahan baku lokal yang belum terangkat secara optimal menjadi bahan baku yang memiliki nilai tambah.
2. Meningkatkan penggunaan biji sorgum dalam menghasilkan produk olahan pangan yang lebih beragam.

3. Memberikan informasi pengolahan produk diversifikasi tempe berbahan dasar biji sorgum.

1.5. Kerangka Pemikiran

Menurut Badan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3144-2009) tempe merupakan makanan yang terbuat dari biji kedelai atau beberapa bahan lain yang diproses melalui fermentasi menggunakan ragi tempe. Lewat proses fermentasi ini, biji kedelai mengalami proses penguraian menjadi senyawa sederhana sehingga mudah dicerna.

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Murtini, dkk (2011), menyatakan bahwa secara fisik pembentukan tempe sorgum yang baik adalah setelah difermentasi selama 60 jam, karena ketika fermentasi 24 jam belum terdapat miselium yang tampak jelas. Saat fermentasi mencapai 36 jam pada sela-sela biji sudah mulai terlihat miselium kapang dalam jumlah yang sangat sedikit. Sedangkan pada fermentasi 48 jam, terlihat peningkatan jumlah miselium dimana ruang-ruang di antara biji sudah mulai terisi penuh dengan serabut miselium yang berwarna putih walaupun masih tipis. Pada fermentasi 60 jam terlihat serabut miselium yang berwarna putih yang lebih tebal dan banyak diantara biji yang berwarna merah kecoklatan. Pada fermentasi 72 jam konsistensi tempe sorgum menjadi sangat kompak, namun warnanya mulai kehitaman, sehingga dapat dikatakan secara fisik pembentukan tempe sorgum yang baik ketika fermentasinya 60 jam.

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Coscantia (2012), menyatakan bahwa lama fermentasi akan mempengaruhi karakteristik tempe. Pada penelitian Pembuatan Tempe Proporsi Biji Kedelai : Lamtoro Gung dengan Penambahan

Angkak ini menunjukkan bahwa lama fermentasi 48 jam merupakan lama fermentasi yang terbaik untuk menghasilkan tekstur tempe yang kompak. Semakin kecil persentase biji lamtoro maka akan menghasilkan tekstur tempe yang semakin padat, sehingga semakin lama fermentasi maka tekstur pada tempe akan semakin baik.

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Sawitri dan Handoko (2014), menyatakan bahwa ada pengaruh lama fermentasi tempe biji durian terhadap kadar protein tempe biji durian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tiap perlakuan dengan lama waktu fermentasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan kadar protein yang dihasilkan. Perlakuan lama fermentasi 48 jam menghasilkan kadar protein paling tinggi dengan rata-rata 3,3748%.

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Pagarra (2009), menyatakan bahwa dari hasil pra penelitian pembuatan tempe kacang hijau dengan menggunakan perbandingan ragi 0,2% per 100 gram kacang hijau berat basah diperoleh tempe yang memiliki rasa pahit. Dengan perbandingan ragi 0,1% per 100 gram kacang hijau berat basah diperoleh tempe yang sedikit memiliki rasa pahit, kemudian dengan perbandingan ragi 0,05% per 100 gram kacang hijau berat basah diperoleh tempe yang tidak memiliki rasa pahit. Sehingga kadar ragi yang paling baik digunakan untuk pembuatan tempe kacang hijau yaitu 0,05% per 100 gram.

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh Yulia, dkk (2019), menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi ragi maka nilai respon organoleptik warna tempe biji melinjo yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini diduga karena

penambahan ragi memberikan warna tempe biji melinjo yang menyerupai warna tempe pada umumnya.

Pada jurnal penelitian Sofiyatin, dkk (2015), menyatakan bahwa variasi konsentrasi ragi dan lama fermentasi dalam pembuatan tempe gude berpengaruh secara signifikan terhadap tekstur, warna, aroma, rasa, kadar air, dan kadar protein tempe gude yang dihasilkan pada tingkat kepercayaan 95%, sedangkan kadar abu tidak berpengaruh secara signifikan pada pembuatan tempe gude.

Pada jurnal penelitian Bakhrin, dkk (2013), menyatakan bahwa konsentrasi ragi memberikan pengaruh terhadap karbohidrat, tekstur, aroma, rasa, kadar HCN, dan kadar abu. Dengan kadar *Rhizopus sp.* 0,5% maka karbohidrat akan menurun menjadi 9,09%.

Pada jurnal penelitian Sari, dkk (2016), menyatakan bahwa tempe konsentrasi biji nangka 50% : kedelai 50% dengan penambahan ragi 0,25% memiliki rata-rata tingkat kesukaan yang lebih tinggi dibandingkan penambahan ragi 0,75% tempe konsentrasi biji nangka 25% : kedelai 75%. Dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan penambahan ragi 0,25% tempe konsentrasi biji nangka 50% : kedelai 50% merupakan perlakuan terbaik sekaligus paling disukai diantara keduanya.

Pada penelitian Ambarwati (2016), menyatakan bahwa tempe yang berkualitas baik akan menghasilkan tempe yang berbentuk padatan kompak. Semakin banyak miselium kapang yang tumbuh pada tempe maka semakin baik pula tekstur tempe. Miselium akan meningkatkan kerapatan massa tempe satu sama lain sehingga membentuk suatu massa yang kompak dan mengurangi rongga udara di dalamnya.

Pada artikel milik Witoyo (2015), karbohidrat merupakan polihidroksi aldehida atau keton, atau senyawa yang menghasilkan senyawa bila dihidrolisa. Gula utama dalam kedelai dalam pembuatan tempe adalah oligosakarida (sukrosa, stakhiosa, dan rafinosa), selama proses fermentasi jenis senyawa karbohidrat, termasuk oligosakarida mengalami degradasi (hidrolisa) oleh sistem enzimatik mikroorganisme, yaitu dalam hal ini adalah enzim α -galaktosidase oleh aktivitas *Rhizopus oligosporus*. Pada proses fermentasi tempe, terjadi pencernaan enzimatik pada protein, lemak, dan karbohidrat. Peristiwa ini terjadi karena pada pertumbuhan kapang memerlukan energi yang diperoleh melalui pemecahan protein, lemak, dan karbohidrat. Enzim-enzim tersebut adalah enzim protease, lipase, amilase, fitase, dan α -galaktosidase. Pada masa inkubasi 12 jam pertama enzim yang aktivitasnya tinggi adalah enzim α -galaktosidase oleh aktivitas *Rhizopus oligosporus* yang mendegradasi oligosakarida pada kedelai kemudian menguraikan karbohidrat menjadi gula sederhana.

Pada artikel milik Witoyo (2015), protein merupakan polimer dari sekitar 21 asam amino berlainan yang dihubungkan dengan ikatan peptida. Dalam pembuatan tempe proses pencucian, perendaman, *dehulling*, dan pemasakan mempengaruhi hilangnya protein pada biji kedelai. Kedelai mengandung protein sebesar 42,99% basis kering, sementara setelah perendaman 24 jam kandungan proteinnya turun menjadi 37,77% dan 26,52% setelah 72 jam perendaman. Perubahan protein dan asam amino paling besar terjadi pada proses fermentasi, adanya enzim proteolitik menyebabkan degradasi protein kedelai menjadi asam amino, sehingga nitrogen terlarut meningkat dari 0,5 menjadi 2,5%. Degradasi protein ini juga menyebabkan

peningkatan pH. Nilai pH tempe yang baik berkisar 6,3-6,5. Aktivitas protease terdeteksi setelah fermentasi 12 jam ketika pertumbuhan kapang masih relatif sedikit, hanya 5% dari hidrolisis protein yang digunakan sebagai sumber energi. Sisanya terakumulasi dalam bentuk peptida dan asam amino. Asam amino mengalami perubahan dari 1,02 menjadi 50,95 setelah fermentasi 4 jam.

Pada artikel milik Witoyo (2015), lemak merupakan zat organik hidrofobik yang bersifat sukar larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut organik seperti kloroform, eter, dan benzen. Komponen utama asam lemak dari trigliserida kedelai adalah asam lemak tak jenuh, yang didominasi oleh asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat. Sedangkan asam lemak yang tidak jenuh komponen trigliserida kedelai adalah asam palmitat dan asam stearat. Pada proses perendaman pada kandungan lemak kedelai sudah mengalami perubahan dikarenakan adanya perubahan suhu selama perendaman. Selain itu, perubahan lemak juga terjadi pada proses fermentasi, setelah inkubasi 12 jam mikroba mensekresikan enzim lipase. Enzim ini menguraikan lemak menjadi asam lemak bebas seperti asam palmitat, stearat, oleat, linolenat, dan linoleat, kapang akan mengeluarkan aktivitas lipolitik yang digunakan untuk menghidrolisis asam lemak bebas selama 72 jam fermentasi pada suhu 37°C, asam-asam tersebut akan dibebaskan selama fermentasi proporsional dengan yang dibebaskan pada saat pemasakan.

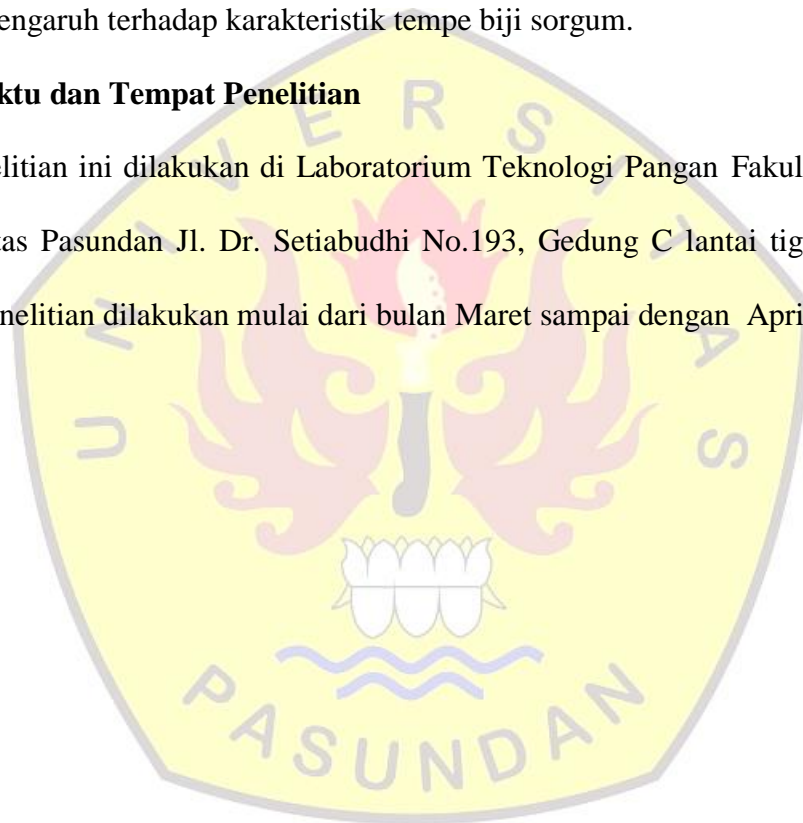
1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan di atas, diduga bahwa :

1. Lama fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik tempe biji sorgum.
2. Konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* berpengaruh terhadap karakteristik tempe biji sorgum.
3. Interaksi antara lama fermentasi dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* berpengaruh terhadap karakteristik tempe biji sorgum.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Jl. Dr. Setiabudhi No.193, Gedung C lantai tiga. Adapun waktu penelitian dilakukan mulai dari bulan Maret sampai dengan April 2021.



DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, E. T. 2016. **Kadar Protein dan Kualitas Tempe Koro Pedang dengan Penambahan Bekatul dan Konsentrasi Ragi Tempe Yang Berbeda** [Skripsi]. Surakarta (ID): Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- AOAC (*Association of Official Analytical Chemist*). 2005. *Official Methods of Analysis, 12th Edition*. Washington: *Association of Official Analytical Chemists*.
- Armanda, Y., Putri, dan Widya, D. R. 2016. **Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Sorgum Utuh (*Whole Grain Brown Sorghum Flour*) Terfermentasi Ragi Tape**. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 4 (2) : 458-467.
- Astawan, M. 2004. **Tetap Sehat Dengan Produk Makanan Olahhan**. Surakarta: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Babu, *et al.* 2009. *A Low Cost Nutritious Food "Tempeh" – A Review*. *Word Journal of Dairy and Food Sciences*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. **Standar Nasional Indonesia, Syarat Mutu Tempe SNI 3144:2009**. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bakhrin, Rahmi, Z., dan Deni, S. 2013. **Studi Pembuatan Tempe Dari Biji Karet**. *Jurnal Agrium*. Vol. 18 (2) : 108-111.
- Cahyadi, W. 2007. **Kedelai Khasiat dan Teknologi**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Coscantia, F. 2012. **Pembuatan Tempe Proporsi Biji Kedelai : Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala*) Dengan Penambahan Angkak** [Skripsi]. Surabaya (ID) : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- Deliani. 2008. **Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak, dan Asam Fitat Pada Pembuatan Tempe** [Tesis]. Medan (ID) : Universitas Sumatera Utara
- Dewi, R. S. dan Saefuddin, A. 2011. **Isolasi *Rhizopus Oligosporus* Pada Beberapa Inokulum Tempe Di Kabupaten Banyumas**. *Jurnal Molekul*. Vol. 6 (2) : 93-104.
- Dicko, *et al.* 2006. *Phenolic Compounds and Related Enzymes As Determinants Of Sorghum For Food Use*. *Biotechnology and Molecular Biology Review*. Vol. 1 (1) : 21-38.

- Duha, K. 2009. **Pengaruh Lama Waktu Pengasapan dan Penyimpanan Terhadap Kualitas Mikrobiologi Makanan Tradisional Kofo-kofo Berdasarkan Jumlah Total Koloni Kapang Sebagai Sarana Penunjang Materi Praktikum Mikrobiologi Tanah.** Malang : Universitas Negeri Malang.
- Dwinaningsih, E. A. 2010. **Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai atau Beras dan Penambahan Angkak Serta Variasi Lama Fermentasi [Skripsi].** Surakarta (ID) : Universitas Sebelas Maret.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. **Mikrobiologi Pangan 1.** Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2006. **Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan.** Bandung: Tarsito.
- Hermawan, R. 2013. **Usaha Budidaya Sorgum Si Jago Lahan Kekeringan.** Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Julianti, E. 2012. **Inokulum Dalam Proses Fermentasi.** Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Kapu, M., R. 2017. **Pengaruh Penambahan Buah Pepaya Muda Terhadap Kadar Protein, Tekstur, dan Rasa Pada Tempe Kedelai Kuning Lokal [Skripsi].** Yogyakarta (ID): Universitas Sanata Dharma.
- Kasmidjo, R. B. 1990. **Tempe : Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya.** Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Katresna, N., P. 2017. **Pengaruh Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum (*Shorghum bicolor L.*) dan Terigu Dengan Penambahan Bekatul Beras (*Oryzae sativa L.*) Terhadap Karakteristik Cookies [Skripsi].** Bandung (ID): Universitas Pasundan.
- Kharisma, H., Imam, H., dan Darmawati. 2015. **Pengembangan LKS SMA Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Eksperimen Pembuatan Tempe Menggunakan Berbagai Jenis Kacang.** Riau : Universitas Riau.
- Kurniadi, M. 2013. **Karakteristik Fisikokimia Tepung Biji Sorgum Terfermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus acidophilus*.** Jurnal Agritech. Vol. 33 (3) : 288-295.

- Kusnanto, F., Sutanto, A., dan Mulyani, H. 2013. **Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein dan Daya Terima Tempe dari Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Pada Materi Bioteknologi Pangan**. Lampung : Universitas Muhammadiyah Metro Lampung.
- Malo, F. E. 2019. **Pengaruh Kadar Ragi Terhadap Uji Organoleptik dan Kadar Protein Total Tempe Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*) dan Tempe Kedelai (*Glycine max L.*) Lokal** [Skripsi]. Yogyakarta (ID) : Universitas Sanata Dharma.
- Mujiyanto. 2013. **Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Proses Produksi Tempe Produk UMKM di Kabupaten Sidharjo**. Jurnal REKA Agroindustri Media dan Manajemen Agroindustri. Vol. 1 (1).
- Murtini, E. S., Arfat, G. R., dan Aji, S. 2011. **Karakteristik Kandungan Kimia dan Daya Cerna Tempe Sorgum Coklat (*Sorghum bicolor*)**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol. XXII (2) : 150-155.
- Paggara, H. 2009. **Laju Pertumbuhan Jamur *Rhizopus sp.* pada Tempe Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*)**. Bionature. Vol. 10 (2) : 69-74.
- Raharjo, D. S., Paulus, B., dan Djeffry, A. 2019. **The Effect Of Fermentation On Protein Content and Fat Of Tempeh Gude (*Cajanus cajan*)**. Jurnal Biotropikal Sains. Vol. 16 (3) : 55-63.
- Rahman, I. E. A., dan Osman, M. A. W. 2011. **Effect of Sorghum Type (*Sorghum bicolor*) and Traditional Fermentation on Tannins and Physic Acid Contents and Trypsin Inhibitor Activity**. Journal Of Food, Agriculture and Enviroment. Vol. 9 (3&4) : 163-166.
- Rokhmah, L. N. 2008. **Kajian Kadar Asam Fitat dan Kadar Protein Selama Pembuatan Tempe Kara Benguk (*Mucuna pruriens*) dengan Variasi Pengecilan Ukuran dan Lama Fermentasi** [Skripsi]. Surakarta (ID) : Universitas Sebelas Maret.
- Ryanata, E. 2014. **Penentuan Jenis Tanin dan Penetapan Kadar Tanin KulitBuah Pisang Masak (*Musa paradisiaca L.*) Secara Spektrofotometri dan Permanganometri**. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya. Vol. 4 (1) : 1-16
- Sari, I. P., dkk. 2014. **Rekayasa Bioproses**. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.

- Sari, K. P., Jamaluddin, P., dan Andi, S. 2016. **Fortifikasi Tempe Berbahan Dasar Kedelai dan Biji Nangka**. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. Vol. 2 (2016) : 16-26.
- Sawitri, A., dan Handoko, S. 2014. **Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Tempe Biji Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Sumber Belajar Biologi. SMA Kelas XII Pada Materi Bioteknologi Pangan**. Jurnal Bioedukasi. Vol. 5 (2) : 131-141.
- Schons, P. F., Battestin, U., and Macedo, G. A. 2012. *Fermentation and Enzyme Treatments For Sorghum*. *Brazilian Journal of Microbiology*. Vol. 43 (1) : 89-97.
- Setiarto, R. H. B., Nunuk, W., dan Iwan, S. 2016. **Pengaruh Fermentasi Fungi, Bakteri Asam Laktat dan Khamir Terhadap Nutrisi Tepung Sorgum**. Agritech. Vol. 36 (4) : 440-449.
- Shurtleff, W., and Aoyagi, A. 1979. *The Book of Tempeh*. New York : Harper and Row.
- Silalahi, J. 2006. **Makanan Fungsional**. Yogyakarta : Kanisius.
- Sofiyatin, R., Ketut, S., dan Lidya R. H. 2015. **Studi Pembuatan Tempe Gude Dengan Berbagai Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Organoleptik dan Sifat Kimia**. Mataram : Poltekkes Kemenkes Mataram.
- Steinkraus, K. H., Cullen, R. E., Pederson, C. S., Nellis, L. F., and Gavvit, B. K. 2002. *Indonesian Tempeh and Related Fermentations*. In *Handbook of Indigenous Fermented Foods. Second Edition*. New York : Marcel Dekker.
- Stephen, A.M., Dahl, W. J., Johns, D. M., and Englyst, H. N. 1997. *Effect off Oat Hull Fiber On Human Colonic Function and Serum Lipids*. *Cereal Chem* J 74 (4) : 379-383.
- Suarni dan Herman, S. 2013. **Potensi Pengembangan Jagung dan Sorgum Sebagai Sumber Pangan Fungsional**. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Vol. 32 (2) : 47-55.
- Suarni dan I. U. Firmansyah. 2007. **Struktur, Komposisi Nutrisi dan Teknologi Pengolahan Sorgum**. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Suarni. 2012. **Potensi Sorgum Sebagai Bahan Pangan Fungsional**. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Iptek Tanaman Pangan Vol. 7 (1) : 58-66.

- Sucianti, A. 2012. **Pengaruh Lama Perendaman dan Fermentasi Terhadap Kandungan HCN Pada Tempe Kacang Koro (*Canavalia ensiformis L.*)** [Skripsi]. Makassar (ID) : Universitas Hasanudin.
- Sukardi, W., dan Isti, P. 2008. **Uji Coba Penggunaan Inokulum Tempe Dari Kapang *Rhizopus oryzae* Dengan Substrat Tepung Beras dan Ubi Kayu Pada Unit Produksi Tempe Sanan Kodya Malang.** Jurnal Teknologi Pertanian. Vol. 9 (3) : 207-215.
- Sukarminah, E. 2014. **Kajian Sifat Biji Sorgum Putih Varietas Lokal Bandung Serta Pengaruh Kadar Air Setelah *Conditioning* dan Lama Penyosohan Abrasif Terhadap Hasil Beras Sorgum** [Disertasi]. Bandung (ID): Universitas Padjajaran.
- Sulistyowati, E., Retno, A., dan Das, S. 2004. **Studi Pengaruh Lama Fermentasi Tempe Kedelai Terhadap Aktivitas Tripsin.** Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suprapti, L . 2003. **Pembuatan Tempe.** Yogyakarta: Kanisius.
- Suprihatin. 2010. **Teknologi Fermentasi.** Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Supriyono. 2003. **Membuat Tempe.** Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Susanto, T. B. 1999. **Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian.** Surabaya : PT. Bina Ilmu.
- Sutrisno, K. 2009. **Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu.** Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Widianarko. 2002. **Teknologi, Nutrisi dan Keamanan Pangan.** Jakarta: Grasindo.
- Widoyo, S., Sri, H., dan Nandariyah. 2015. **Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Kasar dan Aktivitas Antioksidan Beberapa Varietas Kedelai.** Biofarmasi. Vol. 13 (2) : 59-65.
- Wijayakusuma, H. 2004. **Bebas Diabetes Mellitus Ala Hembing.** Jakarta: Puspa Swara.
- Winarno, F. G. 2004. **Kimia Pangan dan Ilmu Gizi.** Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wiryadi, R. 2007. **Pengaruh Waktu Fermentasi dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Cokelat (*Theobroma cocoa L.*)** [Skripsi]. Aceh (ID) : Universitas Syah Kuala.
- Witoyo, J., E. 2015. **Perubahan Biokimia Selama Proses “Tempe”.** Malang: Universitas Brawijaya.

Yulia, R., Arif, H., Amri, A., dan Sholihati. 2019. **Pengaruh Konsentrasi dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air, Kadar Protein dan Organoleptik pada Tempe dari Biji Melinjo (*Gnetum gnemon L.*)**. Jurnal Rona Teknik Pertanian. Vol. 12 (1) : 50-60.

Zubair, A. 2016. **Sorgum : Tanaman Multi Manfaat**. Bandung: Universitas Padjajaran Press.

