

**PENGARUH PENAMBAHAN NaHCO_3 TERHADAP KARAKTERISTIK
KIMIA DAN SENSORI TEMPE BIJI KELOR**

Skripsi

Oleh

**SHERLY SACITRA
2214231035**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRACT

EFFECT OF NaHCO_3 ADDITION ON THE CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF MORINGA SEED TEMPEH

By

SHERLY SACITRA

Tempeh is a fermented product commonly made from soybeans; whereas, the utilization of moringa seeds as an alternative raw material was still limited. Moringa seeds contained high levels of protein and bioactive compounds, but they also had a bitter taste and a beany odor that could reduce consumer acceptance. Therefore, the addition of sodium bicarbonate (NaHCO_3) was required to improve the sensory and chemical properties of moringa seed tempeh. This study aimed to determine the effect of NaHCO_3 addition on the sensory and chemical characteristics of moringa seed tempeh and to identify the best treatment. This study employed a non-factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with six treatments of NaHCO_3 addition and three replications. The observed parameters included sensory properties (color, aroma, texture, taste, and overall acceptance) and chemical properties (moisture content, ash content, protein content, fat content, and antioxidant activity). The results showed that NaHCO_3 had a significant effect on aroma, taste, color, texture, overall acceptance, and ash content, but had no significant effect on moisture content. The best treatment was P5, with the addition of 12.5 g NaHCO_3 . The scoring test results showed values of color 2.20, aroma 3.08, texture 2.96, and taste 3.20. The hedonic test results showed values of color 2.77, aroma 3.06, texture 2.91, taste 3.06, and overall acceptance 3.13. Chemically, the best treatment contained 23.6% protein, 49.39% moisture, 1% ash, and 78.08% antioxidant activity, which met the Indonesian National Standard (SNI 3144:2015), except for fat content (6.2%), which did not meet the standard.

Keywords: moringa seed tempeh, sodium bicarbonate (NaHCO_3), sensory properties, chemical properties, antioxidant activity.

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN NaHCO_3 TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI TEMPE BIJI KELOR

Oleh

SHERLY SACITRA

Tempe merupakan produk fermentasi yang umumnya berbahan dasar kedelai, namun pemanfaatan biji kelor sebagai bahan baku alternatif masih terbatas. Biji kelor memiliki kandungan protein dan senyawa bioaktif yang tinggi, tetapi memiliki rasa pahit dan aroma langu yang dapat menurunkan penerimaan konsumen. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan penambahan natrium bikarbonat (NaHCO_3) untuk memperbaiki sifat sensori dan kimia tempe biji kelor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan NaHCO_3 terhadap sifat sensori dan kimia tempe biji kelor serta menentukan perlakuan terbaik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non-faktorial dengan 6 perlakuan penambahan NaHCO_3 dan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi sifat sensori (warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan) serta sifat kimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan aktivitas antioksidan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan NaHCO_3 berpengaruh nyata terhadap aroma, rasa, warna, tekstur, penerimaan keseluruhan, dan kadar abu, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan P5 yaitu penambahan NaHCO_3 sebesar 12,5 gram. Hasil uji skoring menunjukkan nilai warna 2,20, aroma 3,08, tekstur 2,96, dan rasa 3,20. Hasil uji hedonik menunjukkan nilai warna 2,77, aroma 3,06, tekstur 2,91, rasa 3,06, serta penerimaan keseluruhan 3,13. Secara kimia, perlakuan terbaik memiliki kadar protein 23,6%, kadar air 49,39%, kadar abu 1%, dan aktivitas antioksidan 78,08% yang telah memenuhi SNI 3144:2015, kecuali kadar lemak sebesar 6,2% yang belum memenuhi standar.

Kata kunci: tempe biji kelor, natrium bikarbonat (NaHCO_3), sifat sensori, sifat kimia, antioksidan.

**PENGARUH PENAMBAHAN NaHCO_3 TERHADAP KARAKTERISTIK
KIMIA DAN SENSORI TEMPE BIJI KELOR**

Oleh

**Sherly Sacitra
2214231035**

Skripsi

**Sebagai Salah satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul : **PENGARUH PENAMBAHAN NaHCO₃
TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA DAN
SENSORI TEMPE BIJI KELOR**

Nama : **Sherfy Sacitra**

Nomor Induk Mahasiswa : **2214231035**

Program Studi : **Teknologi Industri Pertanian**

Jurusan : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.
NIP. 197109301995122001

Dr. Wisnu Satyajava, S.T.P., M.Si.
NIP. 197503302006041001


2. **Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian**

Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.
NIP. 197210061998031005

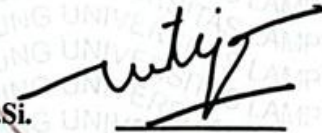
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.



Sekretaris : Dr. Wisnu Satyajaya, S.T.P., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Dewi Sartika., S.T.P., M.Si.



Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP.196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Maret 2026

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sherly Sacitra

NPM : 2214231035

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 08 April 2026
Yang membuat pernyataan



Sherly Sacitra
NPM. 2214231035

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kotabumi pada tanggal 05 Juli 2004 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Tarmizi Berlian dan Ibu Helmiyati. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat Sekolah Dasar di SD Negeri 01 Pagar pada tahun 2016, tingkat Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Abung Selatan pada tahun 2019, tingkat Sekolah Menengah Atas di MA Negeri 1 Lampung Tengah pada tahun 2022. Penulis melanjutkan Pendidikan Tinggi di Universitas Lampung di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2022 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2025 di Desa Curup Guruh Kagungan, Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara. Penulis Melakukan Praktik Umum (PU) di PT. Great Giant Pineapple, *Quality Assurance*, Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung, dengan judul “Studi Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada Pekerja *Workshop Factory* di Pt. Great Giant Pineapple” pada bulan Juli-Agustus 2025. Pada masa perkuliahan, Penulis juga aktif di Organisasi Kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yaitu Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian sebagai Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat pada tahun 2024.

SANWACANA

Bismillahirrohmanirrahim

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena telah melimpahkan rahmat serta karunianya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh Penambahan NaHCO₃ Terhadap Karakteristik Kimia Dan Sensori Tempe Biji Kelor**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Hasil Pertanian pada Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama proses penyusunan skripsi ini penulis seringkali mengalami kesulitan, penulis mendapatkan banyak dukungan, saran, bimbingan, serta doa terbaik selama penyusunan skripsi sehingga penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada berbagai pihak diantaranya kepada :

1. Bapak Dr. Ir Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M. T .A., C. EIA. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Serta selaku dosen pembimbing pertama yang senantiasa memberikan dukungan baik secara materi, bimbingan serta saran kepada penulis selama penyusunan proposal penelitian hingga penyelesaian skripsi.
4. Bapak Dr. Wisnu Satyajaya, S.T.P., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa tidak bosan-bosan memberikan bimbingan, dukungan, dan saran kepada penulis hingga penyusunan skripsi selesai.

5. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si. selaku dosen pembahas yang senantiasa memberikan masukan dan saran kepada penulis selama penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi.
6. Seluruh Bapak dan ibu dosen pengajar, staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas semua ilmu dan dukungan selama perkuliahan.
7. Orang tuaku tersayang, Bapak Tarmizi Berlian dan Ibu Helmiyati yang merupakan inspirasi terbesar penulis. Terima kasih atas segala doa, dukungan moral maupun materi, dan kasih sayang yang diberikan. Terima kasih telah membesarkanku menjadi anak yang kuat, tidak mudah menyerah, dan bertanggung jawab. Tidak pernah surut tekad ini untuk membahagiakan dan membanggakan bapak dan ibu. Semoga Allah memberikan kita umur yang panjang dan kesehatan serta kebahagiaan.
8. Untuk Kakakku Mitha Oktarisa, Adikku M. Rizky Berlian, dan Kakak Iparku Adi Saputra terima kasih atas segala doa, dukungan, kasih sayang, canda tawa yang diberikan serta selalu membersamai penulis. Kalian menjadi salah satu alasan untuk penulis bisa melalui proses skripsi hingga selesai.
9. Kepada Sepupu-sepupuku Syelfi Bahtiana Putri, Shela Novitasari, Kartika Sawitri, Siska Wulandari, Veronica Kurnia Sari, Santi Yulia Sari Hamzah, M. Rakha Reivanza Berlian, M. Faqih Berlian, M. Faeyza Pratama Berlian yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, dan bersedia menjadi tempat berkeluh kesah.
10. Kepada kedua anabul saya yaitu Miu dan Mochi yang selalu menemani dan menghibur saya.
11. Kepada sahabat-sahabatku Siti Nurlita Dewi dan Dea Safira yang selalu memberikan doa, dukungan, dan senantiasa selalu menemani penulis.
12. Kepada teman -temanku Township (Rosa, Amel, Aya, Dhita, Nada, Sisil) yang saling membantu, mendukung, dan menemani penulis selama ini mulai dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi selesai.
13. Teman-teman saya sedari kecil yaitu Ribli Suci Ramadhani dan Azizah Ramayani yang selalu menemani, memberikan semangat, dan juga doa.

14. Keluarga besar TIP dan THP angkatan 2022 terima kasih atas perjalanan kebersamaan serta seluruh cerita suka maupun duka selama ini.
15. Terakhir, saya ucapkan terima kasih kepada diri saya sendiri Sherly Sacitra atas usaha, doa, semangat, dan keteguhan hati dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis serta pembaca.

Bandar Lampung, 08 April 2026

Sherly Sacitra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biji Kelor	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Kandungan Nutrisi dan Komponen Bioaktif Biji Kelor	6
2.1.3 Potensi Pemanfaatan Biji Kelor	7
2.2 Tempe	8
2.2.1 Karakteristik Mutu Tempe	9
2.2.2 Karakteristik Kimia Tempe (SNI 3144:2015)	10
2.2.3 Karakteristik Sensori tempe	11
2.3 NaHCO ₃	12
2.4 Ragi	12
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.3.1 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.4.1 Pembuatan Tempe Biji Kelor dengan Penambahan NaHCO ₃	15

3.5 Pengamatan	17
3.5.1 Kadar Air (SNI 01-2891-1992).....	17
3.5.2 Kadar Abu (SNI 01-2891-1992)	18
3.5.3 Uji Sensori Hedonik dan Skoring	18
3.5.4 Formulasi Terbaik	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Uji Kimia	25
4.1.1 Kadar Air.....	25
4.1.2 Kadar Abu	26
4.2 Uji Sensori Skoring.....	27
4.2.1 Skoring Warna.....	27
4.2.2 Skoring Aroma	29
4.2.3 Skoring Tekstur	30
4.2.4 Skoring Rasa	31
4.3 Uji Sensori Hedonik.....	32
4.3.1 Hedonik Warna	32
4.3.2 Hedonik Aroma	34
4.3.3 Hedonik Tekstur	35
4.3.4 Hedonik Rasa	36
4.3.5 Hedonik Penerimaan Keseluruhan.....	38
4.4 Penentuan Perlakuan Terbaik.....	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi nutrisi dalam 100 gram biji kelor.....	7
2. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015	9
3. Formulasi pembuatan tempe biji kelor dengan penambahan NaHCO ₃ ...	17
4. Tata letak percobaan.....	17
5. Kuesioner uji Hedonik	20
6. Kuesioner uji Skoring	21
7. Hasil uji kadar air tempe biji kelor.	25
8. Hasil uji BNJ kadar abu tempe biji kelor.	26
9. Hasil uji BNJ skoring warna tempe biji kelor.	27
10. Hasil uji BNJ skoring aroma tempe biji kelor.	29
11. Hasil uji BNJ skoring tekstur tempe biji kelor.	30
12. Hasil uji BNJ skoring rasa tempe biji kelor.....	31
13. Hasil uji BNJ skor hedonik warna tempe biji kelor.....	33
14. Hasil uji BNJ skor hedonik aroma tempe biji kelor.	34
15. Hasil uji BNJ skor hedonik tekstur tempe biji kelor.....	35
16. Hasil uji BNJ skor hedonik rasa tempe biji kelor.	37
17. Hasil uji BNJ skor hedonik penerimaan keseluruhan tempe biji kelor..	38
18. Hasil uji bintang tempe biji kelor	39
19. Hasil analisis perlakuan terbaik	40
20. Hasil uji kadar air	50
21. Uji <i>Bartlett</i> parameter kadar air	50
22. Uji anova kadar air	51
23. Hasil uji kadar abu	51
25. Uji <i>Bartlett</i> parameter kadar abu.....	52
26. Uji anova kadar abu	52

27. Uji lanjut BNJ 5%	53
28. Hasil uji skoring warna	53
29. Uji <i>Bartlett</i> parameter skoring warna.....	53
30. Uji anova skoring warna	54
31. Uji lanjut BNJ 5%	54
32. Hasil uji skoring aroma	55
33. Uji <i>Bartlett</i> parameter skoring aroma	55
34. Uji anova skoring aroma	56
35. Uji lanjut BNJ 5%	56
36. Hasil uji skoring tekstur	56
37. Uji <i>Bartlett</i> parameter skoring tekstur.....	57
38. Uji anova skoring tekstur	57
39. Uji lanjut BNJ 5%	58
40. Hasil uji skoring rasa.....	58
41. Uji <i>Bartlett</i> parameter skoring rasa	58
42. Uji anova skoring rasa.....	59
43. Uji lanjut BNJ 5%	59
44. Hasil uji hedonik warna	60
45. Uji <i>Bartlett</i> parameter hedonik warna.....	61
46. Uji anova hedonik warna	62
47. Uji lanjut BNJ 5%	62
48. Hasil uji hedonik aroma	62
49. Uji <i>Bartlett</i> parameter hedonik aroma.....	65
50. Uji anova hedonik aroma	65
51. Uji lanjut BNJ 5%	65
52. Hasil uji hedonik tekstur	65
53. Uji <i>Bartlett</i> parameter hedonik tekstur.....	67
54. Uji anova hedonik tekstur	67
55. Uji lanjut BNJ 5%	68
56. Hasil uji hedonik rasa.....	68
57. Uji <i>Bartlett</i> parameter hedonik rasa	70
58. Uji anova hedonik rasa.....	70

59. Uji lanjut BNJ 5%.....	71
60. Hasil uji hedonik penerimaan keseluruhan	71
61. Uji <i>Bartlett</i> parameter hedonik penerimaan keseluruhan.....	73
62. Uji anova hedonik penerimaan keseluruhan	73
63. Uji lanjut BNJ 5%.....	74
64. Hasil Uji bintang penentuan perlakuan terbaik.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran	4
2. Tanaman Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	6
3. Biji Kelor.....	6
4. Diagram Alir Penelitian.....	15
5. Diagram alir proses pembuatan tempe biji kelor dengan NaHCO ₃	16
6. Warna tempe biji kelor pada perlakuan	28
7. Biji kelor 100 g	75
8. Pencucian biji kelor.....	75
9. Perebusan biji kelor.....	75
10. Perendaman NaHCO ₃ 24 jam.....	75
11. Pencucian kembali.....	75
12. Perebusan kembali	75
13. Penirisan dan pendinginan	76
14. Pencampuran ragi 1 g.....	76
15. Pembungkusan	76
16. Fermentasi 48 jam.....	76
17. Tempe biji kelor	76
18. Sterilisasi cawan porselen 1 jam	77
19. Pendinginan cawan di desikator.....	77
20. Penimbangan cawan kosong	77
21. Penimbangan sampel.....	77
22. Pengovenan 105°C selama 3 jam.....	77
23. Pendinginan cawan di desikator.....	77
24. Sampel konstan	78
25. Hotplate cawan dan sampel.....	78

26. Pengabuan dalam tanur	78
27. Pendinginan cawan di desikator	78
28. Sampel konstan	78
29. Penyajian sampel.....	79
30. Pengujian sensori	79
31. Uji Antioksidan dengan sampel	79
32. Absorbansi larutan DPPH	79
33. Laporan hasil uji lemak dan protein tempe biji kelor	80

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tumbuhan yang tersebar di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Tanaman ini sejak lama dimanfaatkan sebagai pengobatan tradisional karena kandungan gizi yang baik. Hampir semua komponen tanaman kelor, terutama bijinya yang memiliki banyak manfaat (Kusumawati *et al.*, 2020). Bijinya mengandung protein, lemak, vitamin B, vitamin C, serta mineral seperti kalsium dan fosforus. Biji kelor bersifat netral dan tidak beracun, namun memiliki rasa agak pahit (Kholis dan Hadi, 2010).

Biji kelor memiliki peluang besar sebagai sumber nutrisi, namun penelitian mengenai pemanfaatan biji kelor dalam produk makanan masih relatif sedikit dikarenakan rasa pahit yang ada pada biji kelor yang kurang disukai konsumen. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengurangi rasa pahit tersebut. Penelitian Gunawan dkk. (2020) dalam menghilangkan rasa pahit tepung biji kelor (*Moringa oleifera*), menunjukkan bahwa perlakuan pengupasan, perendaman dalam larutan NaHCO_3 0,5% selama 24 jam, dilanjutkan dengan perebusan pada suhu $\pm 115^\circ\text{C}$ selama 35 menit merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan rasa pahit pada tepung biji kelor. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan NaHCO_3 berpotensi memperbaiki karakteristik sensori biji kelor.

Selain pengolahan menjadi tepung, biji kelor perlu dilakukan pengembangan produk yang lebih fungsional. Tempe merupakan salah satu produk fermentasi yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia dan disukai oleh berbagai kelompok usia serta kalangan ekonomi (Sekarmurti dkk., 2018). Tempe dikenal

sebagai pangan fungsional karena tidak hanya mengenyangkan tetapi juga memiliki kandungan gizi lengkap yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Tempe juga mengandung protein serta zat gizi lain seperti vitamin serta mineral yang penting bagi tubuh (Winarti, 2010). Kandungan protein tempe mengandung delapan jenis asam amino esensial. Lemak yang terkandung dalam tempe juga tidak mengandung kolesterol sehingga lebih sehat dibandingkan dengan sumber protein lainnya. Proses fermentasi tempe mengubah zat gizi yang terkandung di dalamnya menjadi lebih mudah diserap oleh tubuh. Proses fermentasi ini juga dapat meningkatkan kualitas gizi tempe (Susianto dan Ramayulis, 2013). Penelitian Randa dkk. (2017) menunjukkan bahwa penambahan NaHCO_3 pada proses perendaman bahan baku tempe biji nangka dan biji saga memberikan hasil terbaik pada perlakuan SS4 yaitu saga direndam dalam air selama 24 jam dan direndam dalam larutan NaHCO_3 2,5% panas $\pm 60^\circ\text{C}$ selama 10 menit. Kadar air 61,35%, kadar abu 1,12%, protein 22,75%, dan lemak 5,30%. Namun, penelitian penambahan NaHCO_3 pada perendaman tempe biji kelor belum dilakukan.

Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menghilangkan rasa pahit pada biji kelor dengan melalui proses fermentasi biji kelor menjadi tempe dengan penambahan larutan NaHCO_3 dengan taraf berbeda. Tempe biji kelor dengan penambahan NaHCO_3 diharapkan dapat menjadi solusi untuk menghilangkan rasa pahit dan aroma langu yang berasal dari biji kelor dan meningkatkan penerimaan secara sensoris. Penelitian mengenai tempe biji kelor yang tepat diperlukan agar biji kelor yang dihasilkan memiliki warna, rasa, aroma, dan tekstur yang dapat diterima masyarakat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penambahan NaHCO_3 terhadap karakteristik kimia dan sensoris tempe biji kelor (warna, rasa, aroma, dan tekstur).
2. Menentukan penambahan NaHCO_3 terbaik terhadap karakteristik kimia dan sensoris tempe biji kelor.

1.3 Kerangka Pemikiran

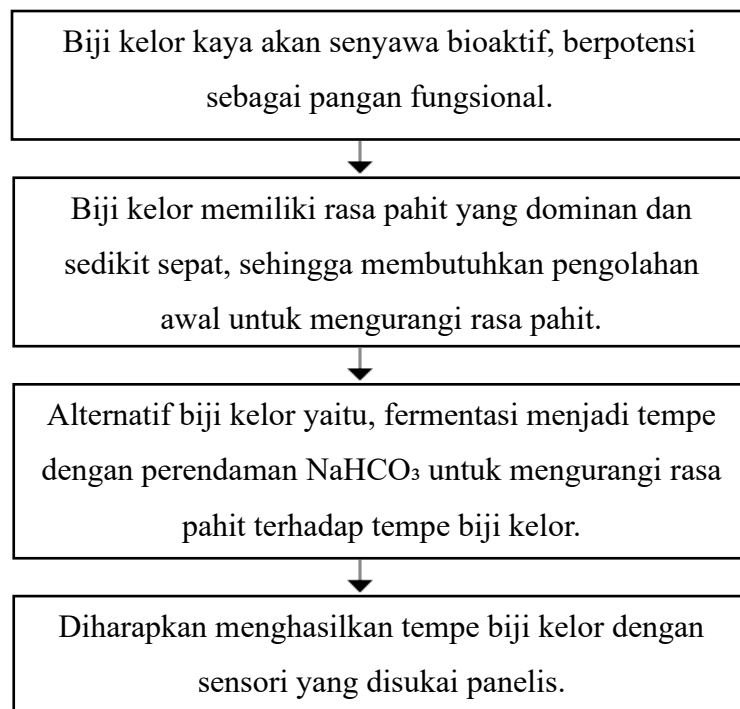
Biji kelor mengandung asam lemak tak jenuh seperti asam oleat, linoleat, gadoleat, dan palmitoleat (Ayu dkk., 2024). Rahman *et al.* (2014) menyebutkan bahwa kandungan asam oleat pada minyak biji kelor lebih tinggi dibandingkan pada minyak zaitun. Minyak yang kaya dengan asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) bermanfaat bagi kesehatan dan memiliki stabilitas oksidatif yang lebih baik (Nadeem and Imran, 2016). Penelitian yang dilakukan Dhenggo dan Jhon, (2022) menyebutkan bahwa biji kelor memiliki manfaat bagi kesehatan jantung, mengurangi nyeri otot, membantu mengontrol kadar gula darah, menjaga fungsi hati dan sistem pencernaan, serta membantu mengatasi asma dan anemia, sehingga berpotensi besar digunakan sebagai bahan pangan fungsional.

Biji kelor memiliki rasa pahit yang dominan dan sedikit sepat (Ogunsina *et al.*, 2015), sehingga membutuhkan pengolahan awal untuk mengurangi rasa pahit. Foidl *et al.* (2001) menyatakan bahwa di dalam biji kelor terdapat senyawa fitokimia, seperti fenolik, flavonoid, saponin, fitat, glikosida sianogen, dan glukosinolat yang diduga menyumbangkan rasa pahit pada biji kelor. Rasa pahit pada biji kelor dapat dikurangi melalui proses fermentasi menjadi tempe biji kelor. Perubahan tekstur dan rasa akibat fermentasi membuat tempe biji kelor lebih diterima secara sensori oleh konsumen (Klarisa dkk., 2022). Penelitian lain menyebutkan bahwasannya didapatkan bahwa biji kelor dapat diolah menjadi tempe walaupun teksturnya masih sangat lunak (Isabella dan Rostiati, 2020).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Randa dkk. (2017) tempe biji nangka dan biji saga dengan perendaman NaHCO_3 2,5% pada perlakuan SS4 merupakan perlakuan terbaik yaitu saga direndam dalam air selama 24 jam dan direndam dalam larutan NaHCO_3 2,5% panas $\pm 60^\circ\text{C}$ selama 10 menit. Perlakuan SS4 memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak. Uji sensori secara deskriptif untuk perlakuan sebelum digoreng adalah warna miselium putih, beraroma tidak langu, tekstur kurang keras (agak lembut) dan kompak, sedangkan untuk perlakuan setelah digoreng adalah berwarna kekuningan, beraroma khas tempe dan berasa enak. Aditya (2014) telah melakukan penelitian dengan judul pengaruh variasi waktu perendaman dan

penambahan NaHCO_3 terhadap kadar asam sianida pada tempe koro benguk. Hasil penelitian menunjukkan penambahan NaHCO_3 2,5% yang paling disukai oleh panelis.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghilangkan rasa pahit pada biji kelor. Mengembangkan biji kelor sebagai tempe dengan penambahan NaHCO_3 menggunakan 6 taraf yang berbeda yaitu 0 g (P0), 2,5 g (P1), 5 g (P2), 7,5 g (P3), 10 g (P4), dan 12,5 g (P5). Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan tempe biji kelor dengan penambahan NaHCO_3 dengan karakteristik kimia dan sensori yang paling disukai panelis. Kerangka pemikiran penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan NaHCO_3 berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia dan sensori tempe biji kelor yang meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur.
2. Terdapat penambahan NaHCO_3 terbaik yang menghasilkan karakteristik kimia dan sensori tempe biji kelor yang paling disukai oleh panelis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biji Kelor

Biji kelor dari pohon kelor (*Moringa oleifera*) dikenal sebagai salah satu sumber nutrisi paling tinggi. Kelor banyak dimanfaatkan di wilayah Asia dan Afrika sebagai bahan pangan dan olahan karena kandungan protein, vitamin, mineral, dan antioksidannya lebih tinggi dibandingkan tanaman lain (Nispi dkk., 2025). Kelor memiliki manfaat kesehatan, seperti sifat antidiabetes, antikanker, anti-inflamasi, antioksidan, antimikroba, dan antijamur (Najib and Andriani, 2020). Kandungan gizi tersebut menjadikan kelor berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan yang bernilai gizi tinggi.

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Marhaeni (2021) klasifikasi tanaman kelor (*Moringa oleifera*) sebagai berikut:

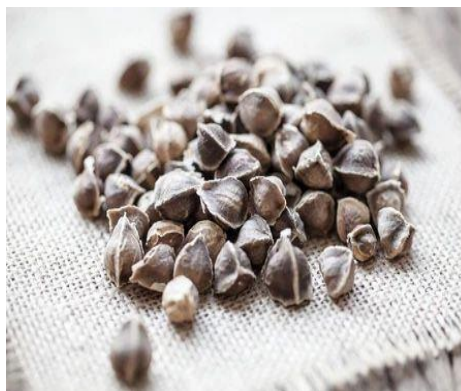
Kingdom : *Plantae*
Sub-kingdom : *Tracheobionta*
Superdivisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Sub-divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledoneae*
Sub-kelas : *Dilleniidae*
Ordo : *Brassicales*
Familia : *Moringaceae*
Genus : *Moringa*
Spesies : *Moringa oleifera Lam*

Gambar tanaman kelor disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*)
Sumber: <https://plantamor.com>

Morfologi biji kelor, biji tanaman kelor memiliki bentuk bulat dengan warna hijau muda saat masih belum matang, kemudian berubah menjadi cokelat kehitaman ketika polong telah kering dan masak. Rata-rata berat biji berkisar antara 18 hingga 36 gram per 100 biji (Aminah dkk., 2015). Setiap pohon kelor mampu menghasilkan sekitar 15.000 hingga 25.000 biji setiap tahunnya (Choudhary *et al.*, 2016). Gambar biji kelor disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Biji Kelor
Sumber: <https://www.honestdocs.id>

2.1.2 Kandungan Nutrisi dan Komponen Bioaktif Biji Kelor

Tanaman kelor terkenal sebagai tanaman obat karena setiap bagian tanaman memiliki khasiat dan manfaat untuk dikembangkan. Biji kelor mengandung kadar protein, lemak, dan karbohidrat yang cukup tinggi. Biji kelor mengandung minyak dengan kadar $\pm 38\%$ dan di dalam minyak tersebut mengandung vitamin E dan β

karoten masing-masing bernilai sebesar 0,01%. Biji kelor mengandung karbohidrat, metionin, sistein, benzil glukosinolat, moringin, mono-palmitat dan di-oleat (Bhoomika *et al.*, 2007). Komposisi nilai nutrisi biji kelor disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi nutrisi dalam 100 gram biji kelor

Komponen	Kandungan	Satuan
Protein	35,97 ± 0,19	g
Lemak	38,67 ± 0,03	g
Karbohidrat	8,67 ± 0,12	g
Serat	2,87 ± 0,03	g
Vitamin B1	0,05	mg
Vitamin B2	0,06	mg
Vitamin B3	0,2	mg
Vitamin C	4,5 ± 0,17	mg
Vitamin E	751 ± 4,41	mg
Kalsium (Ca)	45	mg
Magnesium (Mg)	635 ± 8,66	mg
Fosfor (P)	75	mg
Tembaga (Cu)	5,2	mg
Sulfur (S)	0,05	mg

Sumber: Najib dan Andriani (2020)

2.1.3 Potensi Pemanfaatan Biji Kelor

Olahan produk pangan pada biji kelor biasa diolah menjadi tepung (Gunawan dkk., 2020). Biji kelor dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pasta gigi (Ma'ruf dkk., 2016). Biji kelor juga sudah sering dimanfaatkan sebagai koagulan pada pengolahan air limbah salah satunya pada penelitian Sari (2017). Menurut Barakat and Ghazal (2016) biji kelor mengandung komposisi asam amino yang sangat lengkap, dengan leusin memiliki konsentrasi terbesar pada 2.080-2.299mg/100g. Biji kelor dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan makanan fungsional seperti produk fermentasi tempe biji kelor.

2.2 Tempe

Tempe merupakan makanan berprotein tinggi dengan harga yang terjangkau. Tempe dibuat dari fermentasi kacang kedelai oleh kapang *Rhizopus oligosporus*. atau yang umum disebut sebagai ragi tempe. Fermentasi pada kacang kedelai membuat tempe memiliki cita rasa dan aroma yang khas. Kandungan gizi seperti protein, lemak, dan karbohidrat pada tempe lebih tinggi dibandingkan kedelai. Proses fermentasi selain meningkatkan ketersediaan zat gizi juga dapat mengurangi senyawa antinutrisi yang terdapat pada kedelai (Wisnujati, 2016). Enzim pencernaan yang dihasilkan ragi pada tempe juga menjadikan senyawa protein, lemak, dan karbohidrat lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh manusia dibandingkan yang masih terdapat pada kedelai. Hal ini menyebabkan nilai cerna tempe menjadi lebih baik (Polanowska *et al.*, 2020).

Tempe merupakan pangan yang aman dikonsumsi oleh semua kelompok usia karena kandungan nutrisinya. Struktur protein pada tempe terurai menjadi peptida berukuran pendek dan asam amino bebas sehingga lebih mudah dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan. Lemak dalam tempe juga dipecah menjadi asam lemak sederhana yang lebih mudah diolah tubuh sebagai sumber energi. Karbohidrat yang sebelumnya bersifat kompleks berubah menjadi molekul yang lebih sederhana seperti glukosa yang mendukung proses metabolisme tubuh secara efisien (Radiati dan Sumarto, 2016). Berbagai macam antioksidan penting ada pada tempe seperti vitamin E, vitamin B2, beta karoten, isoflavon, asam lemak tak jenuh jamak (PUFA). Ada berbagai mineral pada tempe seperti besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), selenium (Se), dan kromium (Cr) (Agung, 2016).

Proses fermentasi tempe berlangsung melalui beberapa fase pertumbuhan kapang, yaitu fase adaptasi (*lag phase*), fase eksponensial (*log phase*), fase stasioner, dan fase kematian. Fase adaptasi, kapang mulai menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya, seperti suhu, pH, dan ketersediaan nutrisi, sehingga aktivitas pertumbuhannya masih rendah dan belum terjadi perombakan. Fase eksponensial kapang tumbuh dengan cepat dan mulai menghasilkan enzim yang berperan dalam perombakan senyawa kompleks. Proses perombakan ini sangat berpengaruh terhadap pembentukan tekstur, rasa, dan aroma khas tempe. Fase stasioner,

pertumbuhan kapang mulai melambat karena nutrisi semakin terbatas, aktivitas enzim masih berlangsung namun tidak seintensif pada fase eksponensial. Sementara itu, pada fase kematian, aktivitas kapang mulai menurun akibat keterbatasan nutrisi. Jika fermentasi berlanjut terlalu lama, kualitas tempe dapat menurun, ditandai dengan perubahan warna keabu-abuan, aroma menjadi kurang sedap, dan tekstur yang terlalu lunak (Nout dan Kiers, 2005).

2.2.1 Karakteristik Mutu Tempe

Adapun syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015 yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Aroma	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
1.3	Rasa	-	Normal
2	Kadar air (b/b)	%	Maks 65
3	Kadar abu (b/b)	%	Maks 1,5
4	Kadar lemak (b/b)	%	Min 10
5	Kadar protein (N x 6,25) (b/b)	%	Min 16
6	Kadar serat kasar (b/b)	%	Maks 2,5
7	Cemaran logam		
7.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,2
7.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,25
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40
7.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,03
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks 0,25
9	Cemaran mikroba		
9.1	Bakteri <i>coliform</i>	APM/g	Maks 10
9.2	<i>Salmonella sp.</i>	-	Negatif/25 g

Sumber: Badan Standar Nasional (2015)

2.2.2 Karakteristik Kimia Tempe (SNI 3144:2015)

Kadar air menjadi salah satu karakteristik penting pada bahan pangan. Kadar air berpengaruh terhadap penampakan, tekstur, serta cita rasanya. Jumlah air dalam suatu produk turut menentukan tekstur dan tingkat keawetan bahan pangan tersebut (Ahmad dkk., 2023). Hal ini berlaku untuk tempe biji kelor, kadar air maksimum yang ditetapkan SNI 3144:2015 untuk tempe kedelai yaitu maksimal 65%.

Abu merupakan sisa anorganik dari proses pembakaran suatu bahan pangan. Jumlah dan komposisi abu dipengaruhi oleh jenis bahan serta metode pengabuan yang digunakan. Kadar abu memiliki hubungan dengan mineral suatu bahan. mineral yang terdapat dalam bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik. Garam organik merupakan mineral yang masih terikat dengan senyawa organik seperti asam amino dan asam fitat, sedangkan garam anorganik merupakan mineral yang berada dalam bentuk bebas seperti natrium, kalsium, kalium, dan magnesium. Sebagian bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral atau kadar abu (Sudarmadji, 1989). Kadar abu maksimum yang ditetapkan SNI 3144:2015 untuk tempe kedelai yaitu maksimal 1,5%.

Makanan yang mengandung protein dapat dibagi menjadi sumber nabati dan hewani. Protein hewani merupakan protein yang diperoleh dari hewan (daging, ikan, ayam, telur, dan susu) (Azhar, 2016). Protein nabati merupakan protein yang diperoleh dari tumbuhan (sayuran, produk organik, kacang-kacangan, dan biji-bijian) (Anissa dan Dewi, 2021). Protein merupakan bahan pembangun dan pengatur yang sangat penting untuk penyerapan oleh tubuh. Protein merupakan sumber asam amino yang meliputi unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Protein dalam makanan yang dikonsumsi manusia diserap di usus dalam bentuk asam amino (Sundari *et al.*, 2015). Syarat mutu protein tempe yang ditetapkan SNI 3144:2015 yaitu sebesar minimal 16%.

Lemak berperan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan kapang tempe. Selain enzim protease, kapang tempe juga menghasilkan enzim lipase yang berfungsi

memecah lemak menjadi asam-asam lemak bebas sehingga dapat dimanfaatkan sebagai energi selama proses pertumbuhan. Tempe sendiri mengandung berbagai jenis asam lemak, baik yang bersifat esensial maupun non-esensial. Kandungan asam lemak tersebut turut berperan dalam meningkatkan nilai gizi tempe. Asam lemak esensial sangat dibutuhkan oleh tubuh. Selama proses fermentasi, sebagian lemak akan mengalami perubahan akibat aktivitas enzim yang dihasilkan kapang. (Astawan dkk., 2017). Syarat mutu lemak tempe yang ditetapkan SNI 3144:2015 yaitu sebesar minimal 10%.

2.2.3 Karakteristik Sensori tempe

Warna merupakan hal yang pertama kali dilihat oleh panelis. Warna tempe yang ditetapkan SNI 3144:2015 yaitu putih merata pada seluruh permukaan. Parameter warna yang diharapkan pada tempe biji kelor yaitu berwarna putih hingga sangat putih. Sehingga tidak ada warna hitam pada sela-sela tempe.

Rasa suatu bahan makanan merupakan faktor yang juga menentukan apakah bahan tersebut disukai atau tidak oleh konsumen. Rasa pada tempe yang telah ditetapkan SNI 3144:2015 yaitu normal. Parameter rasa yang diharapkan pada tempe biji kelor yaitu tidak pahit hingga sangat tidak pahit. Sehingga tempe tidak terasa pahit yang berasal dari biji kelor.

Tempe mempunyai aroma yang khas, yang disebabkan oleh terjadinya degradasi komponen-komponen dalam biji kelor selama fermentasi. Aroma pada tempe yang ditetapkan SNI 3144:2015 yaitu aroma khas tempe tanpa adanya aroma amoniak. Parameter aroma yang diharapkan pada tempe biji kelor yaitu memiliki aroma yang tidak langu hingga sangat tidak langu. Sehingga aroma tempe tidak langu/aroma yang berasal dari biji kelor.

Tekstur yang kompak pada tempe disebabkan oleh miselia-miselial. Miselial-miselial ini yang menghubungkan antara biji-biji kelor. Tekstur tempe yang ditetapkan SNI 3144:2015 yaitu kompak, jika diiris tetap utuh (tidak mudah rontok). Parameter tekstur yang diharapkan pada tempe biji kelor yaitu kompak hingga sangat kompak.

2.3 NaHCO₃

Natrium bikarbonat (NaHCO₃) atau soda kue dikenal sebagai senyawa bersifat basa yang banyak digunakan dalam proses pengolahan pangan. Senyawa ini bekerja dengan cara meregangkan dan mengubah struktur protein pada enzim lipoksigenase sehingga enzim tersebut lebih mudah terdegradasi. Lipoksigenase merupakan enzim yang memicu pembentukan senyawa penyebab aroma langu pada bahan pangan. Penurunan aktivitas enzim tersebut menyebabkan aroma langu menjadi berkurang dan kualitas sensori produk meningkat. Penggunaan natrium bikarbonat telah terbukti efektif untuk mengatasi aroma langu pada berbagai jenis kacang-kacangan seperti koro-koroan dan bahan pangan sejenis. Proses pengolahan dengan perendaman dalam NaHCO₃ 0,5% pada suhu kamar selama 6 jam dan pemasakan pada suhu 100°C selama 10 menit dapat memperbaiki cita rasa sari kedelai pada varietas lokal dimana sari kedelai dari varietas Bromo (cara basah) memberikan intensitas langu terendah (Ginting dan Antarlina, 2002). Menurut Saati dkk. (2015) perendaman kedelai dengan menambahkan NaHCO₃ untuk mendapatkan kadar air yang lebih besar dari 50% sehingga enzim lipoksigenase akan kehilangan aktivitasnya dan akhirnya menghasilkan sari kedelai yang bebas dari aroma langu.

2.4 Ragi

Olahan tradisional dengan menggunakan proses fermentasi yang berasal dari Indonesia salah satunya yaitu produk tempe. Fermentasi pada pembuatan tempe dilakukan dengan memanfaatkan ragi sebagai *starter* mikroorganisme (Alvina dkk., 2019). Ragi tempe dikenal dengan *starter* yang mengandung mikroorganisme yang mempunyai peran penting dalam fermentasi tempe, mikroorganisme tersebut berasal dari jenis kapang *Rhizopus* diantaranya *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, dan *Rhizopus stolonifer* (Mujiyanto, 2013). *Rhizopus* adalah kapang yang sangat penting dalam industri makanan karena sebagai penghasil berbagai macam enzim salah satunya, seperti enzim amilase dan protease (Sine dan Soetarto, 2018).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, pada bulan Desember - Januari 2026.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kelor yang dibeli di toko Morifa Official, NaHCO_3 (soda kue) dengan merek Kupu-kupu, ragi tempe dengan merek raprima, dan air.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom, kompor, wajan, tusuk gigi, pembungkusan tempe, timbangan, gelas ukur, dan sendok. Alat yang digunakan untuk analisis kimia dan sensori adalah cawan porselen, oven, *desikator*, neraca analitik, tanur, bunsen, tabung kjeldahl, alat digester, *destilator*, buret, soxhlet, spektrofotometer UV-Vis, *vortex mixer*, *inkubator*, pipet volume, dan tabung reaksi. Alat yang digunakan untuk analisa data adalah laptop.

3.3 Metode Penelitian

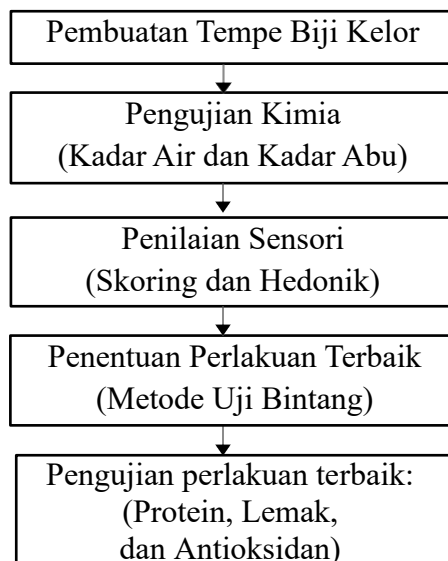
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan satu faktor yaitu penambahan NaHCO_3 yang terdiri dari 6 perlakuan yaitu 0 g (P0), 2,5 g (P1), 5 g (P2), 7,5 g (P3), 10 g (P4), dan 12,5 g (P5) dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali ulangan. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA).

3.3.1 *Analysis of Variance* (ANOVA)

Analysis of Variance (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan penambahan NaHCO_3 terhadap karakteristik tempe biji kelor yang dihasilkan. Melalui analisis ini dapat diketahui perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diamati. Sebelum dilakukan analisis ragam, data yang diperoleh terlebih dahulu diuji kehomogenannya menggunakan uji *Bartlett* untuk memastikan bahwa ragam data antar perlakuan bersifat homogen. Dilakukan juga uji kementerian data menggunakan uji *Tuckey* untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan pada data yang diperoleh. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Uji lanjut ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antar setiap perlakuan yang diuji sehingga dapat diketahui perlakuan yang memberikan hasil terbaik pada tempe biji kelor.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

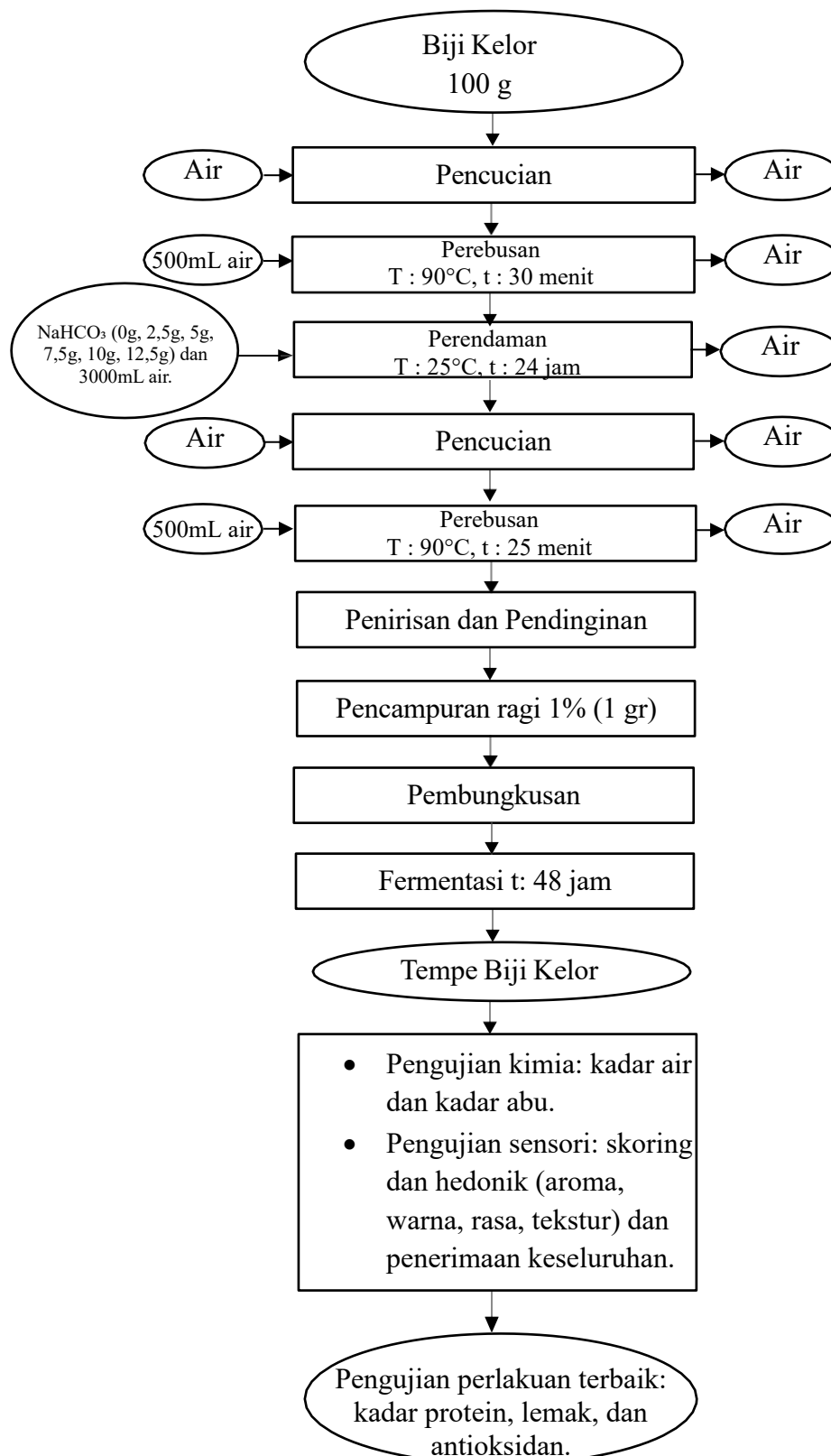
Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan pembuatan tempe biji kelor sebagai bahan utama penelitian. Proses pembuatan tempe dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari persiapan bahan, pengolahan biji kelor, hingga proses fermentasi menggunakan ragi tempe. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian kimia yaitu kadar air dan kadar abu untuk mengetahui karakteristik kimia kadar air dan kadar abu dari produk yang dihasilkan. Penelitian ini juga dilakukan uji sensori yang meliputi uji hedonik dan uji skoring. Uji hedonik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk tempe biji kelor, sedangkan uji skoring dilakukan untuk menilai parameter sensori tertentu dari produk yang dihasilkan. Hasil dari pengujian sensori tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan perlakuan terbaik menggunakan metode uji Bintang. Perlakuan terbaik yang diperoleh dianalisis lebih lanjut yaitu pengujian kadar protein, kadar lemak, dan aktivitas antioksidan untuk mengetahui nilai gizi dari produk tempe biji kelor yang dihasilkan. Diagram alir pelaksanaan penelitian pada penelitian ini disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Pembuatan Tempe Biji Kelor dengan Penambahan NaHCO_3

Proses pembuatan tempe berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Randa dkk. (2017) dengan beberapa modifikasi yang disesuaikan dengan bahan yang digunakan. Pembuatan tempe biji kelor dilakukan melalui beberapa tahapan, dimulai dengan menyiapkan biji kelor sebanyak 100 g, kemudian biji kelor dicuci hingga bebas dari kotoran yang menempel. Biji kelor kemudian direbus dengan perbandingan 1:5 (w/v), yaitu sebanyak 100 g biji kelor dalam 500 mL air selama 30 menit pada suhu 90°C . Biji kelor direndam dalam larutan NaHCO_3 dengan taraf yang berbeda yaitu (0 g, 2,5 g, 5 g, 7,5 g, 10 g, dan 12,5 g) dengan rasio biji kelor terhadap air perendam 1:30 (w/v), yaitu sebanyak 100 g biji kelor dalam 3000 mL air pada suhu 25°C selama 24 jam. Biji kelor dicuci, kemudian direbus kembali selama 25 menit pada suhu 90°C . Biji kelor ditiriskan hingga airnya berkurang dan didinginkan sampai mencapai suhu ruang, setelah itu biji kelor dicampurkan dengan ragi tempe sebanyak 1% dari berat bahan yaitu 1 gram. Pembungkusan menggunakan plastik yang telah dilubangi selama proses fermentasi selama 48 jam. Tempe biji kelor yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian sensori yang meliputi uji skoring, uji hedonik, dan uji penerimaan keseluruhan. Proses pembuatan tempe biji kelor dengan penambahan NaHCO_3 disajikan pada Gambar 5, formulasi bahan tempe biji kelor disajikan pada Tabel 3, dan tata letak percobaan disajikan pada Tabel 4.



Gambar 5. Diagram alir proses pembuatan tempe biji kelor dengan NaHCO_3
Sumber: Randa dkk. (2017) yang dimodifikasi

Tabel 3. Formulasi pembuatan tempe biji kelor dengan penambahan NaHCO_3

Formulasi	P0	P1	P2	P3	P4	P5
NaHCO_3 (g)	0	2,5	5	7,5	10	12,5
Biji kelor (g)	100	100	100	100	100	100
Ragi (g)	1	1	1	1	1	1

Tabel 4. Tata letak percobaan

Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
P1	P3	P0
P3	P5	P4
P4	P2	P5
P0	P4	P2
P2	P0	P1
P5	P1	P3

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap tempe biji kelor meliputi sifat kimia yaitu kadar air dan kadar abu dilanjutkan dengan uji sensori skoring dan hedonik yang meliputi aroma, rasa, warna, tekstur, dan penentuan perlakuan terbaik dengan metode uji bintang.

3.5.1 Kadar Air (SNI 01-2891-1992)

Pengujian yang dilakukan dengan cara memanaskan sampel di dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C . Sebelum itu, cawan porselen beserta tutupnya dikeringkan terlebih dahulu selama 1 jam pada suhu yang sama, kemudian didinginkan di dalam desikator selama 20–30 menit untuk menghilangkan sisa uap panas, lalu ditimbang. Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui bobot kosongnya, kemudian dipanaskan kembali dalam oven selama 3 jam pada suhu $100\text{--}105^\circ\text{C}$. Cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Proses pemanasan dan penimbangan ini

diulangi hingga diperoleh berat yang konstan. Perhitungan kadar air dilakukan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

A: Berat cawan + sampel sebelum pengeringan (g)

B: Berat cawan + sampel setelah pengeringan (g)

C: Berat cawan (g)

3.5.2 Kadar Abu (SNI 01-2891-1992)

Proses pengabuan yang dilakukan dengan membakar bahan organik hingga terurai menjadi air (H₂O) dan karbon dioksida (CO₂), sedangkan zat anorganik (abu) tetap tersisa karena tidak terbakar. Cawan porselen terlebih dahulu dikeringkan di dalam tanur pada suhu 525–550°C selama ±1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (A). Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan, lalu dipanaskan dalam oven pada 105°C selama ±1 jam untuk menghilangkan air. Cawan dipanaskan di atas nyala bunsen hingga tidak ada asap, kemudian diabukan di dalam tanur pada suhu 550°C selama 5 jam sampai terbentuk abu berwarna putih dan berat konstan. Cawan dan abu didinginkan dalam desikator selama 30 menit, lalu ditimbang (B). Perhitungan kadar abu dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{B-A}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

A: Berat cawan kosong (g)

B: Berat cawan + abu sesudah pengabuan (g)

W: Berat sampel sebelum pengabuan (g)

3.5.3 Uji Sensori Hedonik dan Skoring

Uji hedonik dilakukan untuk menilai tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk berdasarkan beberapa parameter sensori seperti rasa, aroma, tekstur,

warna, serta penerimaan secara keseluruhan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap tempe biji kelor yang dihasilkan dari setiap perlakuan. Uji hedonik menggunakan 45 panelis tidak terlatih yang diminta untuk memberikan penilaian terhadap sampel tempe biji kelor menggunakan kuesioner yang memuat parameter sensori yaitu warna, aroma, tekstur, dan rasa. Setiap panelis mencicipi sampel yang disajikan kemudian memberikan penilaian berupa skor sesuai dengan tingkat kesukaan pada skala 1 sampai 4, dengan ketentuan yaitu skor (4) sangat suka, (3) suka, (2) tidak suka, dan (1) sangat tidak suka. Penilaian yang diberikan oleh panelis selanjutnya dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap masing-masing perlakuan tempe biji kelor.

Penelitian ini juga menggunakan uji skoring dengan panelis terlatih sebanyak 8 orang. Uji skoring bertujuan untuk mengukur kualitas produk berdasarkan beberapa aspek sensori tertentu. Panelis terlatih tersebut melakukan penilaian terhadap beberapa parameter sensori seperti aroma, warna, rasa, dan tekstur dari tempe biji kelor yang dihasilkan. Pengamatan sensori dilakukan oleh panelis dengan mengisi lembar kuesioner yang telah disediakan sesuai dengan parameter penilaian.

Penentuan panelis terlatih dilakukan pengujian segitiga (*triangle test*) merupakan salah satu metode uji pembedaan dalam analisis sensori yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan antara dua produk pangan berdasarkan parameter sensorinya. Metode ini panelis diberikan tiga sampel secara bersamaan, dimana dua sampel memiliki karakteristik yang sama dan satu sampel lainnya berbeda. Panelis kemudian diminta untuk mencicipi ketiga sampel tersebut dan mengidentifikasi sampel yang berbeda dari dua sampel lainnya. Metode uji segitiga banyak digunakan dalam penelitian sensori karena memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi dalam mendeteksi perbedaan kecil antar produk, sehingga metode ini efektif untuk digunakan dalam evaluasi mutu produk pangan maupun pengembangan produk baru (Setyaningsih dkk., 2010). Lembar penilaian yang digunakan oleh panelis dalam melakukan pengamatan sensori disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Kuesioner uji Hedonik

Nama :

Produk : Tempe biji kelor

Tanggal :

Instruksi

Di hadapan anda disajikan 6 sampel tempe biji kelor yang telah diberi kode. Anda diminta untuk mencicipi dan memberikan skor uji sensori rasa, aroma, warna, tekstur, dan penerimaan keseluruhan dengan memberi skor 1 sampai 4 sesuai dengan yang terlampir:

Tabel penilaian uji hedonik tempe biji kelor.

Parameter	Kode Sampel					
	271	145	724	563	657	352
Aroma						
Warna						
Rasa						
Tekstur						
Penerimaan Keseluruhan						

Keterangan untuk penilaian:

(4) Sangat suka
 (3) Suka
 (2) Tidak suka
 (1) Sangat tidak suka

Tabel 6. Kuesioner uji skoring

Nama :

Produk : Tempe biji kelor

Tanggal :

Instruksi

Di hadapan anda disajikan 6 sampel tempe biji kelor yang telah diberi kode. Anda diminta untuk mencicipi dan memberikan skor uji sensori rasa, aroma, tekstur, dan warna dengan memberi skor 1 sampai 4 sesuai dengan yang terlampir:

Tabel penilaian uji skoring tempe biji kelor.

Parameter	Kode Sampel					
	271	145	724	563	657	352
Aroma						
Warna						
Rasa						
Tekstur						

Keterangan untuk penilaian:

Aroma	Rasa
(4) Sangat tidak langu	(4) Sangat tidak pahit
(3) Tidak langu	(3) Tidak pahit
(2) Langu	(2) Pahit
(1) Sangat langu	(1) Sangat pahit
Warna	Tekstur
(4) Sangat putih	(4) Sangat tidak keras
(3) Putih	(3) Tidak keras
(2) Kurang putih	(2) Keras
(1) Sangat tidak putih	(1) Sangat keras

3.5.4 Formulasi Terbaik

3.5.4.1 Kadar Protein

Analisis kadar protein pada sampel dilakukan dengan metode Kjeldahl sesuai dengan AOAC Official Method, yang terdiri dari tiga tahap utama: pencernaan, destilasi, dan titrasi. Sebanyak 0,5–1,0 gram sampel ditimbang lalu dimasukkan ke dalam tabung Kjeldahl. Ditambahkan 10 mL asam sulfat pekat (H_2SO_4) dan sekitar 0,5 gram campuran katalis (biasanya K_2SO_4 dan CuSO_4 atau selenium). Campuran tersebut dipanaskan dalam alat digester selama 2–3 jam hingga larutan berubah menjadi jernih kehijauan. Proses pencernaan selesai dan larutan didinginkan, ditambahkan sekitar 50 mL larutan NaOH 40–50% untuk melepaskan gas amonia (NH_3). Gas amonia tersebut kemudian didistilasi dan ditangkap dalam 50 mL larutan asam borat 4% yang telah diberi indikator campuran (*bromocresol green dan methyl red*). Hasil destilasi kemudian dititrasi menggunakan larutan HCl atau H_2SO_4 0,1 N sampai indikator menunjukkan perubahan warna. Prosedur yang sama juga dilakukan pada blanko sebagai kontrol. Volume titran dari sampel dan blanko digunakan untuk menghitung kandungan nitrogen total. Kadar nitrogen dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Nitrogen} = \frac{(V_B - V_A) \times N \times 14,007 \times 100}{W}$$

Keterangan:

W = berat sampel (g)

VA = jumlah HCl untuk titrasi sampel (mL)

VB = jumlah HCl untuk titrasi blanko (mL)

N = normalitas HCl standar yang digunakan

14,007 = berat atom nitrogen

Kadar nitrogen selanjutnya dikalikan dengan faktor konversi 6,25 untuk mendapatkan kadar protein. Rumus yang digunakan untuk menghitung kadar protein disajikan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen (\%)} \times 6,25$$

3.5.4.2 Kadar Lemak

Analisis kadar lemak dilakukan menggunakan metode Ekstraksi Soxhlet. Labu lemak terlebih dahulu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang hingga mencapai berat konstan. Sebanyak 5 g sampel dalam bentuk tepung atau residu ditimbang dan dibungkus menggunakan kertas saring. Kertas saring berisi sampel tersebut dimasukkan ke dalam alat Soxhlet, kemudian alat kondensor dipasang pada bagian atas dan labu lemak berada di bagian bawahnya. Pelarut heksana dituang ke dalam labu lemak sesuai kapasitas alat. Proses refluks dilakukan selama minimal 5 jam hingga pelarut yang kembali ke labu tampak jernih. Pelarut dalam labu didestilasi. Labu lemak yang berisi hasil ekstraksi kemudian dipanaskan kembali dalam oven pada suhu 105°C untuk menghilangkan sisa pelarut yang mungkin masih tertinggal. Mencapai berat stabil dan didinginkan dalam desikator, labu bersama lemak hasil ekstraksi ditimbang. Berdasarkan selisih bobot tersebut, persentase kadar lemak dalam sampel dapat dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{ Lemak} = \frac{W_c - W_a}{W_b} \times 100\%$$

Keterangan:

W: berat labu lemak awal

W_b: berat sampel

W_e: berat labu lemak setelah destilasi

3.5.4.3 Antioksidan

Analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dilakukan dengan menimbang 1 g sampel, ditambahkan etanol 96% hingga 10 mL, kemudian divortex 1 menit dan dimaserasi 24 jam. Larutan DPPH dibuat dengan melarutkan 0,0078 g DPPH dalam 100 mL etanol 96% di tempat gelap. Sebanyak 3 mL larutan DPPH diukur absorbansinya pada 517 nm sebagai absorbansi kontrol (Ak). Uji sampel, 1 mL ekstrak dicampur dengan 2 mL DPPH, divortex 1 menit, dan diinkubasi pada 37°C selama 30 menit. Absorbansi diukur pada 517 nm

sebagai absorbansi sampel (A_s). Aktivitas antioksidan dihitung menggunakan rumus (Brand-Williams *et al.*, 1995):

$$(\%) \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{A_k - A_s}{A_k} \times 100\%$$

Keterangan:

A_k = Absorbansi larutan DPPH tanpa sampel

A_s = Absorbansi larutan DPPH dengan sampel

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penambahan NaHCO_3 berpengaruh nyata terhadap aroma, rasa, warna, tekstur serta penerimaan keseluruhan, dan kadar abu, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air meskipun ada variasi pada kadar air antar perlakuan.
2. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah penambahan NaHCO_3 12,5 gram (P5) dengan hasil uji skoring menghasilkan warna 2,20 (putih), aroma 3,08 (tidak langu), tekstur 2,96 (tidak keras) dan rasa 3, 20 (tidak pahit), sedangkan hasil uji hedonik menghasilkan warna 2,77 (suka), aroma 3,06 (suka), tekstur 2,91 (suka), rasa 3,06 (suka), dan penerimaan keseluruhan 3,13 (suka). Tempe biji kelor dengan penambahan NaHCO_3 12,5 g mengandung kadar protein sebesar 23,6%, kadar air sebesar 49,39%, dan kadar abu sebesar 1% yang sudah sesuai dengan SNI 3144 : 2015, dan antioksidan sebesar 78,08%. Namun, hasil kadar lemak sebesar 6,2% yang tidak memenuhi standar SNI 3144:2015.

5.2 Saran

Untuk memenuhi lemak yang ditetapkan oleh SNI 3144:2015 minimal 10%, dapat dipertimbangkan pada proses pengolahan yang dapat mengurangi lemak dalam tempe biji kelor, seperti pengurangan suhu dan lama perebusan atau perendaman, guna meminimalkan degradasi lemak selama proses pengolahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, W. 2014. Pengaruh Variasi Waktu Perendaman dan Penambahan Soda Kue (NaHCO_3) Terhadap Kadar Asam Sianida Tempe Koro Benguk. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang. 100 Halaman.
- Alvina, A., Hamdani, D., dan Jumiono, A. 2019. Proses pembuatan tempe tradisional. *Jurnal Pangan Halal*. 1(1): 9-12.
- Aminah, S., T. Ramdhan dan M. Yanis. 2015. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*. 5(2): 35-44.
- Anissa, D. D., dan Dewi, R. K. 2021. Peran protein: asi dalam meningkatkan kecerdasan anak untuk menyongsong generasi indonesia emas 2045 dan relevansi dengan al-qur'an. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*. 1(3): 427-435.
- AOAC. 2016. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 20th Ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA. 3, 172 pp.
- Astawan, M., Wresdiyati, T., Widowati, S., Bintari, S. H., dan Ichsani, N. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan*. 22(3): 241-252.
- Astuti, M., Meliala, A., Dalais, F. S., dan Wahlqvist, M. L. 2015. Perubahan komposisi gizi tempe selama proses fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 562-570.
- Ayu, L. R., Aliwarga, L., dan Adisasmito, S. 2024. Karakterisasi asam lemak dan aktivitas antioksidan minyak hasil ekstraksi biji kelor. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*. 23(1): 16-22.
- Azhar, M. 2016. *Biomolekul sel: karbohidrat, protein, dan enzim*. Padang, UNP Press. Padang. 258 Halaman.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 01-3144 *Tempe Kedelai*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 31 Halaman.

- Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI 01-2891-1992: *Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta. 39 Halaman.
- Barakat, H., and Ghazal, G. A. 2016. Physicochemical properties of Moringa oleifera seeds and their edible oil cultivated at different regions in egypt. *Food Nutr Sci*. 7(6): 472–484.
- Bhoomika, R. G. B., Agrawal, B. B., Ramesh, K. G., and Anita, A. M. 2007. Phyto-pharmacology of Moringa oleifera lam. an overview. *Natural Product Radiance*. 6(4): 347-353.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*. 28(1): 25–30.
- Choudhary, S. K., S. Gupta, M. Singh and Sushant. 2016. ‘Drumstick tree’ (*Moringa oleifera* lam.) is multipurpose potential crop in rural area of india. *International Journal of Agricultural Sciences*. 12(1): 115-122.
- Christianto, W. A., Muryanto, S., dan Juhariah, J. 2023. Pengaruh ratio jenis kedelai terhadap uji tingkat kesukaan konsumen terhadap tempe. *AGROTECH Research Journal*. 4(2): 107–113.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., and Fennema, O. R. 2008. *Fennema's food chemistry (4th ed.)*. CRC Press. 1.142 Pages.
- Dhenggo, K. F., dan Jhon, Y. 2022. Pemanfaatan biji kelor sebagai bahan baku pembuatan tempe. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*. 3(2): 1084–1087.
- Foidl, N., Makkar, H. P. S., and Becker. 2001. *The Potential of Moringa oleifera for Agricultural and Industrial Uses*: Dar Es Salam. Mesir. 45–76 pp.
- Ginting, E., dan S. S. Antarlina. 2002. Pengaruh varietas dan cara pengolahan terhadap mutu susu kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 21(2) : 48-57.
- Ginting, E., S. S. Antarlina., I. Sudaryono., A. Winarto., dan Sugiono. 2008. *Resep Produk umbian kacang*. Malang. 53 Halaman.
- Agung, G. A. A. I. 2016. Tempeh juice as potential health support culinary tourism. *Journal Of Business On Hospitality And Tourism*. 2(1): 363–366.
- Gunawan, M. I. F., Prangdimurti, E., dan Muhandri, T. 2020. Upaya penghilangan rasa pahit tepung biji kelor (*Moringa oleifera*) dan aplikasinya untuk pangan fungsional. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(4): 636-643.

- Isabella, T. A., dan Rostiati, R. 2020. Sifat Kimia dan Mikrobiologi Tempe Biji Kelor (*Moringa oleifera L*) dari Berbagai Tingkat Kematangan. [Skripsi]. Universitas Tadulako. Palu. 55 Halaman.
- Kholis, N., dan Hadi, F. 2010. Pengujian bioassay biskuit balita yang disuplementasi konsentrat protein daun kelor (*Moringa oleifera*) pada model tikus malnutrisi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(3): 144-151.
- Klarisa, F. D., Yoseph, J., dan Kartini, R. N. 2022. Pemanfaatan biji kelor sebagai bahan baku pembuatan tempe. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*. 3(2): 1084–1087.
- Krisridwany, A., Tatra, M. R., dan Sukamdi, D. P. 2022. Perbandingan flavonoid total dan aktivitas antioksidan fraksi etil asetat biji kelor (*Moringa oleifera L.*) dan biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*). *Jurnal Farmasi Indonesia*. 19(1): 98–109.
- Kusumawati, E., Hidayati, S., Lusiana, N., Purnamasari, R., Hadi, M. I., and Kosvianti, E. 2020. Analysis of the *Moringa oleifera* seed oil extract on insulin level in alloxan-induced diabetic rat (*rattus norvegicus*). *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 14(3): 1852–1857.
- Kustyawati, M. E., Pratama, F., Saputra, D., dan Wijaya, A. 2014. Modifikasi warna, tekstur dan aroma tempe setelah diproses dengan karbon dioksida superkritik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(2): 168–175.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., and Bertoli, S. 2016. *Moringa oleifera* seeds and oil: characteristics and uses for human health. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(12): 1–14.
- Makkar, H. P. S., and Becker, K. 1997. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *Journal of Agricultural Science*. 128(3): 311–322.
- Ma'ruf, Supriadi, dan Siti Nuryanti. 2016. Pemanfaatan biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai pasta gigi. *Jurnal Akademika Kimia*. 5(2): 61-66.
- Marhaeni, L. S. 2021. Daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber pangan fungsional dan antioksidan. agrisia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 13(2): 40-53.
- Mujianto. 2013. Analisis faktor yang mempengaruhi proses produksi tempe produk umkm di kabupaten sidoarjo. *Jurnal Reka Agroindustri Media Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 1(1): 20-36.
- Nadeem, M., and Imran, M. 2016. Promising features of *Moringa oleifera* oil: recent updates and perspectives. *Lipids Health and Disease*. 15(212): 1–8.

- Najib, S. Z., and Andriani, R. 2020. Pharmacological activities of *Moringa oleifera*. *Infokes*. 10(1): 231–238.
- Nispi, D., Hidayat, R., dan Nugroho, B. 2025. Analisis kandungan nutrisi kelor (*Moringa oleifera*) pada berbagai daerah tropis. *Jurnal Bioteknologi dan Pangan Tropis*. 12(1): 11–20.
- Nurrahman, N., Astuti, M., Suparmo, S., dan Soesatyo, M. H. N. E. 2012. Pertumbuhan jamur, sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan tempe kedelai hitam yang diproduksi dengan berbagai jenis inokulum. *agriTECH: Journal of Agricultural Science and Technology*. 32(1): 60–65.
- Nout, M.J.R., and Kiers, J.L. 2005. Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millennium. *Journal of Applied Microbiology*. 98(4): 789–805.
- Ogunsina, B. S., Radha, C., and Indrani, D. 2015. Quality characteristics of bread and cookies enriched with debittered *Moringa oleifera* seed flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 62(2): 185–194.
- Pienarso, C. A., Pramono, Y. B., dan Nurwantoro. 2018. Pengaruh variasi konsentrasi natrium bikarbonat dan asam sitrat terhadap aktivitas antioksidan, aktivitas air, dan sifat organoleptik effervescent buah nangka. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2(2): 203–210.
- Polanowska, K., Grygier, A., Kuligowski, M., Ridzinska, M., and Nowak, J. 2020. Effect of tempe fermentation by three different strains of *Rhizopus oligosporus* on nutritional characteristics of faba beans. *LWT-Food Science and Technology*. 122: 109024.
- Randa, A., Yusmarini., dan Zalfiatri, Y. 2017. Pemanfaatan NaHCO_3 dalam pembuatan tempe berbahan baku biji nangka dan biji saga. *Jom Faperta*. 4(2): 1-14.
- Radiati, A., dan Sumarto, S. 2016. Analisis sifat fisik, sifat organoleptik, dan kandungan gizi pada produk tempe dari kacang non-kedelai. *Jurnal aplikasi teknologi pangan*. 5(1): 1-6.
- Rahman, F., Nadeem, M., Azeem, M. W., and Zahoor, Y. 2014. Comparison of the chemical characteristics of high oleic fraction of *Moringa oleifera* oil with some vegetable oils. *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*. 15(2): 80–83.
- Rianti, E. A., Rahayu, G., dan Efriwati. 2020. *Reduksi rasa pahit pada bubuk tempe kedelai hitam melalui modifikasi fermentasi cairnya*. Repository Institut Pertanian Bogor. Bogor. 60 Halaman.

- Saati, E.A., Winarsih, S., dan Khoiriyah. 2015. Perbaikan Mutu Sari Kedelai varietas Lokal (*Glycine max (L) Merrill*) Unggul Dengan Metode Perendaman dan Essence Alami. *Seminar Nasional Teknologi. Institut Teknologi Nasional*. Malang. 12 Halaman.
- Sari, M. 2017. Optimalisasi daya koagulan serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) pada limbah cair industri tahu. *Jurnal Agritepa*. 4(1): 25–37.
- Sekarmurti, P. K., Prastiwi, W. D., dan Roessali, W. 2018. Preferensi penggunaan kedelai pada industri tempe dan tahu di kabupaten pati. *Jurnal Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Sungkai*. 6(1): 97- 109.
- Setyaningsih, D., A. Apriyantono, dan M. P. Sari. 2010. *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: IPB Press. Bogor. 180 Halaman.
- Sine, Y., dan Soetarto, E. S. 2018. Isolasi dan identifikasi kapang *Rhizopus* pada tempe gude (*Cajanus cajan L*). *Savana Cendana*. 3(4): 67-68.
- Suarti, B., Fuadi, M., and Rasih, W. D. 2015. The effect of natrium bicarbonate (NaHCO_3) and temperature on the quality of durian seed tortilla (*Durio zibethinus Murr*). *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*. 19(2): 116-164.
- Sukardi, S., Wignyanto, dan Purwanto, A. 2016. Pengaruh pH terhadap aktivitas mikroba pada proses fermentasi pangan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 17(3): 179–186.
- Sundari, D., Almasyhuri, and Lamid, A. 2015. Effect of cooking process of composition nutritional substances some food ingredients protein source. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*. 25(4): 235-242.
- Surbakti, P. E. S., Duniaji, A. S., dan Nocianitri, K. A. 2022. Pengaruh jenis substrat terhadap pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali dalam pembuatan ragi tempe. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 11(1): 92–99.
- Susianto, M. K. M., dan Ramayulis, R. D. C. N. 2013. *Fakta Ajaib Khasiat Tempe*. Penebar Swadaya Grup. Jakarta. 124 Halaman.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 Halaman.
- Winarti, S. 2010. *Makanan Fungsional*. Graha. Yogyakarta. 276 Halaman.
- Wisnujati, A. 2016. Penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi mesin pengupas kulit ari kedelai jenis screw pada industri kecil tempe. *Jurnal Teknologi Industri*. 22 (1): 9-18.

Zakaria, A., dan Alhanannasir, A. 2017. Pengaruh penambahan natrium bikarbonat (NaHCO_3) terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris pempek. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknologi Pangan*. 4(1): 1-7.