

**TINGKAT KEKENYALAN, KADAR AIR, DAN SIFAT SENSORI BOBA
(*BUBBLE PEARL*) PADA BERBAGAI FORMULASI TAPIOKA DAN
TEPUNG KACANG HIJAU KUPAS KULIT**

(Skripsi)

Oleh

**ANISA NUR ALIFAH
1814051043**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**TINGKAT KEKENYALAN, KADAR AIR, DAN SIFAT SENSORI BOBA
(*BUBBLE PEARL*) PADA BERBAGAI FORMULASI TAPIOKA DAN
TEPUNG KACANG HIJAU KUPAS KULIT**

Oleh

ANISA NUR ALIFAH

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
2023**

ABSTRACT

SPRINGINESS, MOISTURE CONTENT, AND SENSORY PROPERTIES OF VARIOUS FORMULATIONS TAPIOCA AND PEELED MUNG BEAN FLOUR IN BUBBLE PEARL

By

ANISA NUR ALIFAH

Mung beans are one of the agricultural products with relatively high nutritional content that has the potential to be used as a nutritional source for bubble pearl substitutes. This study was aimed to obtain the comparison of tapioca and mung bean flour that produce bubble pearl with the best chemical and sensory properties close to bubble pearl sold in the market. The method used in this study was a Complete Randomized Block Design (CRBD) with a single factor and four replications consisting of six levels of tapioca formulation and mung bean flour, namely P0 (100%:0%); P1 (97%:3%); P2 (94%:6%); P3 (91%:9%); P4 (88%:12%); and P5 (85%:15%). The data obtained were analyzed for homogeneity with the Bartlett test, and the additivity was tested with the Tukey test. The data were then processed with Anova to determine the influence of the treatments. If there is a significant effect, the data are further analyzed with the Least Significant Difference (LSD) at the level of 5%. The P4 treatment (tapioca 88%: mung bean flour 12%) was found to have the best physicochemical and sensory properties, with a springiness value of 6.80 mm, a moisture content of 62.66%, an ash content of 0.90%, protein of 1.09%, and fat of 0.04%, with slightly chewy textured sensory properties (score 3.63), a slightly distinctive taste of mung beans (score 3.39), and an overall aroma and reception that the panelists liked with scores of (3.90 and 3.97) respectively.

Keywords : bubble pearl, peeled mung bean flour, tapioca.

ABSTRAK

TINGKAT KEKENYALAN, KADAR AIR, DAN SIFAT SENSORI BOBA (*BUBBLE PEARL*) PADA BERBAGAI FORMULASI TAPIOKA DAN TEPUNG KACANG HIJAU KUPAS KULIT

Oleh

ANISA NUR ALIFAH

Kacang hijau merupakan hasil pertanian yang memiliki kandungan gizi cukup bagus dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi sehingga dapat digunakan sebagai bahan substitusi boba. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau yang menghasilkan boba dengan sifat kimia dan sensori terbaik mendekati boba yang dijual di pasaran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan faktor tunggal dan 4 kali ulangan yang terdiri dari 6 taraf formulasi tapioka dan tepung kacang hijau yaitu P0 (100%: 0%); P1 (97%:3%); P2 (94%:6%); P3 (91%:9%); P4 (88%: 12%); dan P5 (85%:15%). Data yang diperoleh dianalisis kehomogennannya dengan uji Bartlett dan kemenambahan data di uji dengan uji Tukey, selanjutnya data di analisis sidik ragam (ANARA) untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Apabila terdapat pengaruh yang nyata, data dianalisis lebih lanjut dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa boba sensori terbaik adalah perlakuan P4 (tapioka 88% : tepung kacang hijau 12%) yang menghasilkan nilai *springiness* sebesar 6,80 mm, kadar air sebesar 62,66%, kadar abu sebesar 0,90%, protein sebesar 1,09%, dan lemak sebesar 0,04% dengan sifat sensori bertekstur agak kenyal (skor 3,63), rasa agak khas kacang hijau (skor 3,39), aroma dan penerimaan keseluruhan yang disukai panelis dengan skor (3,90 dan 3,97).

Kata kunci : boba, tepung kacang hijau kupas kulit, tapioka.

Judul Skripsi : **TINGKAT KEKENYALAN, KADAR AIR,
DAN SIFAT SENSORI BOBA (*BUBBLE PEARL*) PADA BERBAGAI FORMULASI
TAPIOKA DAN TEPUNG KACANG HIJAU
KUPAS KULIT**

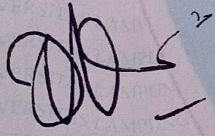
Nama Mahasiswa : *Anisa Nur Alifah*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1814051043

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

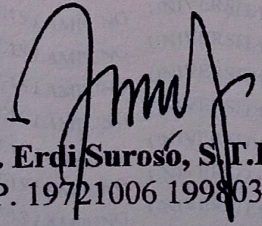
Fakultas : Pertanian




Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.
NIP. 19670824 199303 2 002

Seliana
Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.
NIP. 19620720 198603 2 001

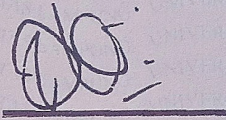
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 19721006 199803 1 005

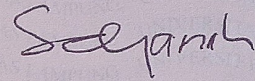
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

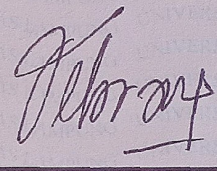
Ketua : Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.



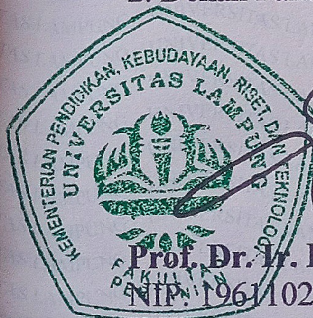
Sekretaris : Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Fibra Nurainy, M.T.A.**

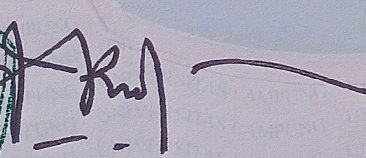


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 April 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anisa Nur Alifah

NPM : 1814051043

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“Tingkat Kekenyalan, Kadar Air, dan Sifat Sensori Boba (*Bubble Pearl*) pada Berbagai Formulasi Tapioka dan Tepung Kacang Hijau Kupas Kulit”

Adalah benar hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 25 Mei 2023

Yang membuat pernyataan,



Anisa Nur Alifah
NPM. 1814051043

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Adijaya, 15 September 1999 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sugiman dan Ibu Musirah. Penulis mengawali pendidikan di RA Nurul Bahri di kampung Bumi Dipasena Agung, Kabupaten Tulang Bawang dan selesai pada tahun 2006. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Ibtidaiyah (MI) di MI Al-Islamiyah dan lulus pada tahun 2012. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Tsanawiyah (MTs) di MTs An-Nur Pelopor Bandar Jaya, Kabupaten Lampung Tengah dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Aliyah (MAN) di MAN 3 Sleman, Yogyakarta dan lulus pada tahun 2018. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur tes tertulis SBMPTN.

Pada bulan Februari-Maret 2021, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Dusun Adirejo, Kampung Adijaya, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Agustus-September 2021, penulis melaksanakan Praktek Umum (PU) di PT. Aneka Cokelat Kakoa (Kkakakoa) Bandar Lampung dan menyelesaikan Laporan PU berjudul “Mempelajari Produksi Chocolate Bars Jenis Single Origin di PT. Aneka Cokelat Kakoa”. Pada tahun 2019/2020, penulis aktif menjadi anggota bidang BBQ di organisasi Forum Studi Islam (FOSI) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung serta aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (HMJ THP FP UNILA) periode 2020/2021.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan baik itu langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si., selaku dosen pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, bimbingan, kritik, saran, nasihat, dan motivasi selama pelaksanaan perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan saran, bimbingan, motivasi, pengarahan, nasihat dan kritikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Fibra Nurainy, M.T.A., selaku pembahas yang telah memberikan saran, kritikan, pengarahan dan evaluasinya terhadap skripsi ini.
6. Segenap Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan banyak ilmu, pengetahuan, dan wawasan kepada penulis selama menjadi mahasiswi di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
7. Staf Administrasi dan Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang bersedia meluangkan waktunya untuk menyediakan kebutuhan terkait administrasi dan laboratorium bagi penulis.

8. Kedua orang tuaku tercinta Ayahanda Sugiman dan Ibunda Musirah serta Adikku Rinda Rahma Syahidah yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan mental, spiritual, material, dan motivasi untuk penulis.
9. *Ukhtifillah* Fatika, Inayah, Dara, Nana, Amany, Chantika, Jannah dan Clara, sahabat-sahabat perkuliahan terbaik yang telah banyak membantu dan memberi semangat, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
10. Keluarga besar THP angkatan 2018 serta teman-teman seperjuangan saat penelitian, terima kasih atas segala bantuan, semangat, dan kebersamaannya selama ini.
11. Keluarga besar Kabinet Progresif Inspiratif Forum Studi Islam Mahasiswa Muslim Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2019, *Jazaakumullahu khoiraan Katsiir* atas semangat, pengalaman, dan kebersamaannya.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam proses pengerjaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca dan semua pihak yang membutuhkan. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Bandar Lampung, 25 Mei 2023
Penulis,

Anisa Nur Alifah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pemikiran	3
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Topping Boba (<i>Bubble pearl</i>)	8
2.2. Tapioka	9
2.3. Tepung Kacang Hijau	12
2.4. Karakteristik Bahan Baku	17
2.5. Amilosa dan Amilopektin	18
2.6. Bahan Tambahan dalam Pembuatan Boba	20
2.6.1. Gula	21
2.6.2. Cokelat bubuk	22
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2. Bahan dan Alat	24
3.3. Metode Penelitian	25
3.4. Pelaksanaan Penelitian	25
3.5. Pengamatan	28
3.5.1. Kadar air	28
3.5.2. Tingkat kekenyalan	29
3.5.3. Uji sensori	30
3.5.4. Uji kimia	34
3.5.4.1. Kadar abu	34
3.5.4.2. Kadar lemak	34
3.5.4.3. Kadar protein	35

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kadar Air	37
4.2. Tingkat Kekenyalan	39
4.3. Sifat Sensori Boba.....	42
4.3.1. Tekstur	43
4.3.2. Rasa	46
4.3.3. Aroma.....	47
4.3.4. Penerimaan keseluruhan.....	49
4.4. Penentuan Perlakuan Terbaik.....	51
4.5. Uji Kimia Boba Formulasi Terbaik	53
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia <i>bubble pearl</i>	9
2. Syarat mutu tapioka menurut SNI 01-3729-1995	12
3. Komposisi asam amino tepung kacang hijau	14
4. Komponen kimia kacang hijau	15
5. Syarat mutu tepung kacang hijau (SNI 01-3728-1995)	16
6. Sifat fisikokimia tapioka dan tepung kacang hijau	17
7. Syarat mutu sukrosa (SNI 3140.3:2010)	22
8. Standar mutu bubuk kakao (SNI 01-3747-1995)	23
9. Perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau dalam pembuatan boba	25
10. Formulasi pembuatan boba (<i>bubble pearl</i>)	26
11. Kuisisioner uji hedonik boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau	31
12. Kuisisioner uji skoring boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau	32
13. Hasil uji BNT kadar air boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau (%)	37
14. Hasil uji BNT <i>springiness</i> boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau (mm)	40
15. Hasil uji BNT skor tekstur boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau	43
16. Hasil uji BNT skor rasa boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau	46
17. Hasil uji BNT skor aroma boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau	48
18. Hasil uji BNT skor penerimaan keseluruhan boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau	50
19. Penentuan perlakuan terbaik berdasarkan pengamatan sifat sensori boba menggunakan metode bintang	51
20. Penentuan perlakuan terbaik berdasarkan pengamatan sifat sensori boba menggunakan metode Analisis Hierarchy Process (AHP)	52
21. Hasil analisis kimia boba P0 (Kontrol) dan P4 (12% kacang hijau)	53
22. Hasil pengamatan kadar air boba (%)	64
23. Uji kehomogenan ragam (<i>Barlett's test</i>) kadar air boba (%)	64

24. Analisis sidik ragam kadar air boba (%)	65
25. Uji BNT kadar air boba (%).....	65
26. Hasil pengamatan <i>springiness</i> boba	65
27. Uji kehomogenan ragam (<i>Barlett's test</i>) <i>springiness</i> boba.....	66
28. Analisis sidik ragam <i>springiness</i> boba	66
29. Uji BNT sifat fisik <i>springiness</i> boba	67
30. Hasil pengamatan tekstur boba	67
31. Uji kehomogenan ragam (<i>Barlett's test</i>) tekstur boba	67
32. Analisis sidik ragam tekstur boba	68
33. Uji BNT tekstur boba	68
34. Hasil pengamatan rasa boba.....	68
35. Uji kehomogenan ragam (<i>Barlett's test</i>) rasa boba.....	69
36. Analisis sidik ragam rasa boba.....	69
37. Uji BNT rasa boba	70
38. Hasil pengamatan aroma boba	70
39. Uji kehomogenan ragam (<i>Barlett's test</i>) aroma boba	70
40. Analisis sidik ragam aroma boba	71
41. Uji BNT aroma boba.....	71
42. Hasil pengamatan penerimaan keseluruhan boba	71
43. Uji kehomogenan ragam (<i>Barlett's test</i>) penerimaan keseluruhan boba.....	72
44. Analisis sidik ragam penerimaan keseluruhan boba	72
45. Uji BNT penerimaan keseluruhan boba.....	73
46. Perbandingan berpasangan parameter sensori dalam metode AHP.....	73
47. Perbandingan berpasangan parameter sensori dalam bilangan desimal	73
48. Hasil kuadrat matriks	74
49. Hasil kuadrat matriks iterasi 1.....	74
50. Hasil perbedaan nilai eigen iterasi I dan iterasi II.....	74
51. Perkalian nilai eigen dengan skor sensori	74
52. Hasil perhitungan bobot pada metode AHP untuk penentuan Perlakuan terbaik.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Boba (<i>bubble pearl</i>)	8
2. Tapioka (<i>Manihot esculenta</i>)	10
3. Granula tapioka	11
4. Tepung kacang hijau	13
5. Granula pati kacang hijau.....	15
6. Struktur amilosa dan amilopektin	19
7. Struktur kimia sukrosa	21
8. Diagram alir proses pembuatan boba (<i>bubble pearl</i>)	27
9. Brookfield AMETEK CT3-4500-115 CT3 <i>texture analyzer</i>	29
10. Boba dengan substitusi tepung kacang hijau	42
11. Bahan baku utama (tapioka dan tepung kacang hijau)	76
12. Bahan tambahan (gula kristal putih dan bubuk coklat)	76
13. Pencampuran bahan	76
14. Pengulenan adonan.....	76
15. Pencetakan boba.....	76
16. Boba mentah.....	76
17. Perebusan dan penirisan	77
18. Boba	77
19. Pengujian sensori boba.....	77
20. Pengujian tingkat kekenyalan dengan tekstur analyzer	77
21. Pengujian kadar air.....	77
22. Pengujian kadar abu	77
23. Pengujian kadar protein.....	77
24. Pengujian kadar lemak	77

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Bubble pearl atau dikenal dengan sebutan boba merupakan produk olahan berbahan dasar tapioka yang berbentuk bola-bola kecil bertekstur kenyal berwarna coklat kehitaman. Boba berasal dari para imigran China yang datang ke Taiwan, dan kini telah menyebar ke berbagai penjuru negara. Saat ini belum ada yang mampu mengalahkan inovasi dari China tersebut (Christine dkk., 2020). Potensi *bubble pearl* memiliki pengaruh yang besar. Hal ini dibuktikan dengan terus bermunculan aneka macam olahan minuman yang menggunakan topping *bubble pearl* tersebut. Minuman ini terus berkembang dan menciptakan daya tarik yang unik. Saat ini telah muncul berbagai macam merek minuman dan saling bersaing dengan mengandalkan menu yang sama yaitu boba, selain itu boba biasa digunakan sebagai campuran *dessert*. Menurut *Fortune Business Insights*, penjualan *bubble pearl* di pasar global pada tahun 2018 sekitar USD 1,89 miliar dan diperkirakan akan tumbuh hampir 2 kali lipat sampai USD 3,49 pada tahun 2026 (Prudential dkk., 2019).

Konsumsi boba secara berlebihan akan berdampak bagi kesehatan. Tingginya kadar karbohidrat dan gula serta minimnya nutrisi pada boba, tidak dapat memenuhi kebutuhan gizi harian yang dibutuhkan, khususnya pada anak-anak dan remaja untuk masa pertumbuhan dan perkembangannya. Menurut ahli nutrisi, jenis minuman *bubble pearl* merupakan minuman tidak sehat, karena boba tinggi kalori serta rendah makronutrien dan mikronutrien. Informasi nutrisi USDA untuk ½ cangkir (76 g) boba kering mengandung kalori sebesar 272 g, lemak sebesar 0 g, natrium sebesar 0,8 g, karbohidrat sebesar 67,5 g, serat sebesar 0,7 g, gula sebesar 2,5 g, dan protein sebesar 0,1 g, serta tidak mengandung vitamin.

Untuk meningkatkan nilai gizi boba, perlu dilakukan inovasi pembuatan boba dengan bahan baku lain yang dapat melengkapi nutrisi boba serta memberikan fungsi fisiologis tertentu bagi tubuh. Salah satu inovasi dalam peningkatan kandungan nutrisi boba adalah penambahan sumber pangan yang memiliki nutrisi cukup seperti kacang hijau.

Kacang hijau merupakan hasil pertanian yang memiliki kandungan gizi cukup bagus dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber protein. Kacang hijau kering dalam 100 g mengandung protein sebesar 22,9 g, kadar air sebesar 9,01%, lemak sebesar 1,5 g, karbohidrat sebesar 56,8 g serta serat sebesar 7,5 g, dan natrium 42 mg (TKPI, 2017). Kelebihan kacang hijau dibanding jenis kacang lainnya yaitu pati mudah dicerna, kandungan tripsin inhibitor rendah sebesar 2,37 mg, dan memberi pengaruh *flatulensi* sangat kecil (Nur dkk., 2014). Tripsin inhibitor merupakan senyawa anti nutrisi yang dapat mengikat erat dan menghambat fungsi enzim tripsin untuk mencerna protein. Pengaruh zat anti nutrisi pada kacang hijau dapat diminimalisir melalui proses pengolahan, seperti perendaman, dan pemasakan.

Menurut Direktorat Budidaya Kacang dan Umbi (2021), rata-rata produksi kedelai sebesar 286.350ton/tahun, kacang tanah 434.937 ton/tahun, dan kacang hijau sebesar 199.112 ton/tahun. Tingginya produksi kacang hijau berbanding terbalik dengan capaian konsumsi pangan terhadap kacang-kacangan dan masih jauh dibanding komoditi lainnya. Tingkat konsumsi kacang hijau yang rendah disebabkan kurangnya diversifikasi olahan pangan berbasis kacang hijau, sehingga perlu dilakukan inovasi salah satunya topping boba. Adanya inovasi pembuatan boba dari tepung kacang hijau diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif pilihan konsumen untuk mengkonsumsi boba dengan kandungan gizi yang lebih baik serta sebagai penambah citarasa pada boba yang dihasilkan.

Proses pembuatan boba memerlukan perbandingan tepung kacang hijau dengan tapioka yang tepat agar dihasilkan boba dengan karakteristik yang baik. Menurut Raharja dkk. (2020), boba yang terbuat dari tapioka dengan penambahan ekstrak

kopi biji salak dengan konsentrasi 100% dari total jumlah cairan menghasilkan karakteristik terbaik dan kadar antioksidan yang tinggi. Ramadhanyas dkk. (2021), melaporkan bahwa tapioka dengan substitusi tepung beras hitam 15% pada boba menghasilkan aktivitas antioksidan tinggi dan sensori yang sesuai. Sejauh ini belum ada informasi mengenai substitusi tepung kacang hijau dengan tapioka pada pembuatan boba. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk menentukan formulasi tepung kacang hijau dan tapioka sehingga menghasilkan boba dengan tingkat kekenyalan, kadar air, dan sifat sensori yang diinginkan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah :

1. Mengetahui pengaruh substitusi tepung kacang hijau terhadap karakteristik kadar air, tingkat kekenyalan, dan sifat sensori boba (*bubble pearl*).
2. Mendapatkan perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau yang terbaik dalam pembuatan boba (*bubble pearl*).

1.3. Kerangka Pemikiran

Bahan utama pembuatan boba (*bubble pearl*) adalah tapioka. Tapioka merupakan granula pati umbi singkong yang tersusun atas amilosa 31,38% dan amilopektin 48,76% (Bukhari dkk., 2019). Amilopektin bersifat kurang larut dalam air, sehingga menghasilkan produk dengan tekstur yang lebih pekat dan lengket. Rantai cabang pada amilopektin yang lebih panjang memiliki kecenderungan yang kuat untuk membentuk gel, karena molekul air akan terikat pada rantai cabang dan tidak mudah lepas. Pemanasan pati menyebabkan pemutusan struktur ikatan amilosa dan amilopektin, sehingga amilosa akan berdifusi keluar dari granula dan amilopektin terperangkap dalam granula. Proses pemanasan selesai

dan suhu diturunkan, amilosa yang keluar dari granula pati akan kembali masuk dan sistem akan membentuk gel yang kuat.

Penggunaan tepung kacang hijau dalam pembuatan boba bertujuan untuk menambah nutrisi pada boba yang dihasilkan. Menurut Utafiyani dkk. (2018), pembuatan bakso analog dengan substitusi tepung kacang hijau, seiring dengan meningkatnya konsentrasi yang semakin tinggi menyebabkan kadar protein, kadar serat kasar, dan kadar air semakin meningkat. Menurut Tingkat Komposisi Pangan Indonesia (2017), 100 g kacang hijau kering mengandung protein sebesar 22,9 g, lemak sebesar 1,5 g, karbohidrat sebesar 56,8 g, serat sebesar 7,5 g dan natrium sebesar 42 mg. Tepung kacang hijau kupas kulit mengandung karbohidrat sebesar 63,3%, protein sebesar 24,7%, serat sebesar 5,73% (Agniya, 2019), serta kandungan asam amino dalam protein kacang hijau sangat lengkap (Yusuf, 2014). Kadar vitamin B1 kacang hijau sebesar 0,46 mg/100g dan vitamin B2 sebesar 0,15 mg/100g. Vitamin B1 merupakan koenzim dalam reaksi-reaksi yang menghasilkan energi yang mengubah karbohidrat menjadi sumber energi. Vitamin B2 merupakan komponen dari enzim asam L- dan D-amino oksidase yang mengoksidasi asam amino dan asam hidroksi menjadi asam α -keto, sehingga vitamin B2 ini dapat membantu penyerapan protein dalam tubuh manusia (Astawan, 2009).

Menurut Abdullah (2015), pati kacang hijau terdiri dari amilosa sebesar 54,35% dan amilopektin 32,10% yang memiliki suhu gelatinisasi 71,3°C-71,7°C dan berpengaruh pada pembentukan struktur dan tekstur produk. Selama pengolahan, amilosa mengalami gelatinisasi dan retrogradasi sehingga menghasilkan RS-3 (Triwitono dkk. 2016). Kandungan protein dan lemak yang tinggi juga berpengaruh pada suhu awal gelatinisasi. Semakin tinggi kandungan protein dan lemak yang berinteraksi dengan granula pati, maka suhu awal gelatinisasi pati juga akan semakin tinggi. Hal ini karena keberadaan lemak dan protein dapat membentuk lapisan pada permukaan granula pati yang menyebabkan penundaan proses gelatinisasi pati karena menghambat absorpsi air oleh granula pati.

Kekenyalan pada boba dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Menurut Hardoko dkk. (2013), tapioka memiliki kandungan amilopektin yang sangat tinggi, sehingga penambahan tapioka ke dalam produk akan menghasilkan tekstur lebih kenyal. Adanya substitusi tepung kacang hijau akan mempengaruhi tekstur boba yang dihasilkan. Menurut Brown (2015), amilosa pada tepung kacang hijau dapat mempengaruhi pembentukan gel pati. Substitusi tepung kacang hijau dapat membantu meningkatkan kekenyalan sampai kadar optimum konsentrasi yang ditentukan. Kacang hijau kupas kulit mengandung serat sebesar 5,73% yang akan berpengaruh pada tekstur boba (Agniya, 2019). Semakin tinggi konsentrasi tepung kacang hijau yang digunakan mengakibatkan produk menjadi keras. Hal ini disebabkan kandungan serat pada tepung kacang hijau memiliki daya serap air yang tinggi karena ukuran polimernya besar, strukturnya kompleks, dan banyak mengandung gugus hidroksil (Tala, 2009).

Menurut Sriyanto dan Apriyanto (2014), substitusi tepung kacang hijau dalam pengolahan mie kering akan meningkatkan penyerapan air saat perebusan. Dengan demikian pembuatan boba dengan substitusi tepung kacang hijau akan memiliki kadar air yang lebih kecil. Hal ini disebabkan kadar amilosa yang lebih tinggi menyebabkan bahan lebih bersifat kering dan kurang lengket, sehingga akan lebih mudah menyerap air dan mudah untuk melepaskan ikatannya. Kandungan protein yang tinggi pada kacang hijau juga akan mempermudah mengikat air. Interaksi ini didasarkan karena adanya sifat hidrofilik dari protein. Sifat ini timbul oleh adanya rantai sisi polar di sepanjang rantai peptida, yaitu gugus karboksil dan amino (Kharisma dkk., 2015). Akibatnya produk yang dihasilkan menjadi keras disebabkan oleh ikatan hidrogen antara gugus amino protein kacang hijau dengan gugus hidroksil tapioka sehingga membentuk kompleks. Kadar protein tinggi akan menutupi partikel pati sehingga penyerapan air menjadi terhambat (Permatasari, 2007). Penghambatan penyerapan air ke dalam pati tersebut mengakibatkan produk yang dihasilkan menjadi keras.

Substitusi tepung kacang hijau pada boba juga akan mempengaruhi rasa dan aroma yang dihasilkan. Kacang hijau memiliki rasa dan aroma yang sangat kuat

dibanding jenis kacang lainnya. Penyebab citarasa langu karena terdapat senyawa yang mengandung gugus karbonil bersifat volatil, seperti n-heksanal (Nishiba *et al.*, 1995). Senyawa ini terbentuk sebagai hasil oksidasi asam lemak tidak jenuh yang terdapat pada biji kacang hijau akibat aktivitas enzim lipoksigenase. Enzim ini aktif pada saat biji kacang hijau pecah pada proses pengupasan kulit dan penggilingan karena kontak dengan udara (oksigen) (Ginting dan Satya, 2002). Kandungan enzim lipoksigenase bervariasi antar varietas/galur kacang hijau. Aroma langu pada kacang hijau dapat diminimalisir dengan beberapa tahapan pengolahan, diantaranya perendaman dan perebusan.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam pengolahan boba yaitu pada penelitian Princesia (2021), boba dengan substitusi tepung ubi ungu dan sari kacang merah dengan konsentrasi 2,15% merupakan perlakuan terbaik dengan kadar protein dan aktivitas antioksidan yang tinggi. Menurut Ramadhani *et al.* (2021), boba dengan substitusi tepung beras hitam 15% menghasilkan sifat sensori terbaik dan aktivitas antioksidan yang tinggi. Alvita (2021), menyatakan bahwa tapioka dengan substitusi tepung buah bit sebesar 25% pada boba menghasilkan kadar antioksidan sebesar 39,96 %, kadar abu sebesar 1,54%, kadar lemak sebesar 1,37% serta menghasilkan tekstur boba yang sangat kenyal seperti tekstur boba dipasaran.

Berdasarkan penelitian pendahuluan, penggunaan tepung kacang hijau pada pembuatan boba sebesar 15% dari berat tapioka menghasilkan boba matang yang padat, kompak, kurang kenyal, serta aroma dan rasa kacang hijau sangat tajam. Penggunaan tepung kacang hijau sebesar 9% menghasilkan boba beraroma dan rasa kacang hijau yang dapat diterima oleh panelis serta memiliki tekstur kenyal dan elastis. Sifat kenyal merupakan sifat reologi yang menggambarkan daya tahan produk untuk pecah oleh adanya gaya tekanan. Sifat elastis merupakan sifat reologi yang menggambarkan daya tahan produk untuk putus akibat gaya tarik. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini ditetapkan penggunaan tepung kacang hijau sebagai bahan pengisi dengan konsentrasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% dari berat tapioka. Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini diperoleh

formulasi tepung kacang hijau dan tapioka yang tepat sehingga dihasilkan tingkat kekenyalan, kadar air, dan sensori boba yang terbaik.

1.4. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh tingkat perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau terhadap kekenyalan, kadar air, dan sifat sensori boba (*bubble pearl*).
2. Terdapat perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau yang terbaik pada pembuatan boba (*bubble pearl*)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Topping Boba (*bubble pearl*)

Boba atau *bubble pearl* adalah salah satu jenis topping dalam pembuatan produk minuman *bubble milk tea*. Boba ditemukan pada tahun 1987 di Taiwan yang dikenal dengan sebutan *zhen zhu nai cha*, atau *bubble tea*. Sejarah terciptanya topping boba berawal dari pemilik kedai teh bernama *Liu Han Chieh* dengan manager pengembangan produknya bereksperimen membuat minuman dengan memasukkan bola-bola tapioka ke dalam minuman teh susu. Seiring waktu, minuman boba populer di Asia pada tahun 1990an termasuk Indonesia. *Tren* boba juga mulai menyebar ke benua Eropa serta Amerika Utara pada awal tahun 2000 (Min *et al.* 2017). Boba dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Boba (*bubble pearl*)

Sumber : dokumen pribadi

Boba terbuat dari bahan dasar tapioka yang memiliki karakteristik berbentuk bulat, berwarna hitam, dan bertekstur kenyal yang ditambahkan ke dalam produk

minuman seperti *thai tea*, *coffee*, *smoothie*, *slushie*, wedang ronde atau minuman campuran lainnya. Warna boba tidak selalu hitam, di beberapa gerai minuman boba memiliki warna emas atau disebut *golden pearl*. Komposisi kimia pada *bubble pearl* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia *bubble pearl* per 100 g

Komponen	Jumlah
Air (g)	10,99
Abu (g)	0,11
Karbohidrat (g)	88,69
Protein (g)	0,19
Lemak (g)	0,02

Sumber : United States Department of Agriculture (2019)

2.2 Tapioka (*Manihot esculenta*)

Tapioka adalah pati yang diekstrak dari ubi kayu, kemudian disaring dan cairan hasil saringan tersebut diendapkan. Bagian yang mengendap tersebut selanjutnya dikeringkan dan digiling sehingga diperoleh butiran pati yang halus berwarna putih. Tapioka digunakan sebagai bahan dasar ataupun campuran pada berbagai macam produk olahan pangan, seperti digunakan sebagai bahan pengental (*thickener*), bahan pengikat, bahan pematat dan pengisi.

Tapioka harus berkualitas baik yang memiliki warna putih bersih dan tekstur yang halus. Penambahan natrium bisulfit (Na_2SO_4) sebanyak 0,1% dapat memperbaiki warna tapioka. Ubi kayu sebagai bahan baku pembuatan tapioka harus berumur kurang dari 1 tahun. Hal ini disebabkan apabila terlalu tua kandungan seratnya tinggi sedangkan kandungan pati mengalami penurunan, selain itu juga banyak mengandung komponen non-pati seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Keunggulan tapioka dibanding dengan bahan pangan lainnya adalah dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama serta memiliki harga yang relatif murah. Tapioka dapat dilihat pada Gambar 2.

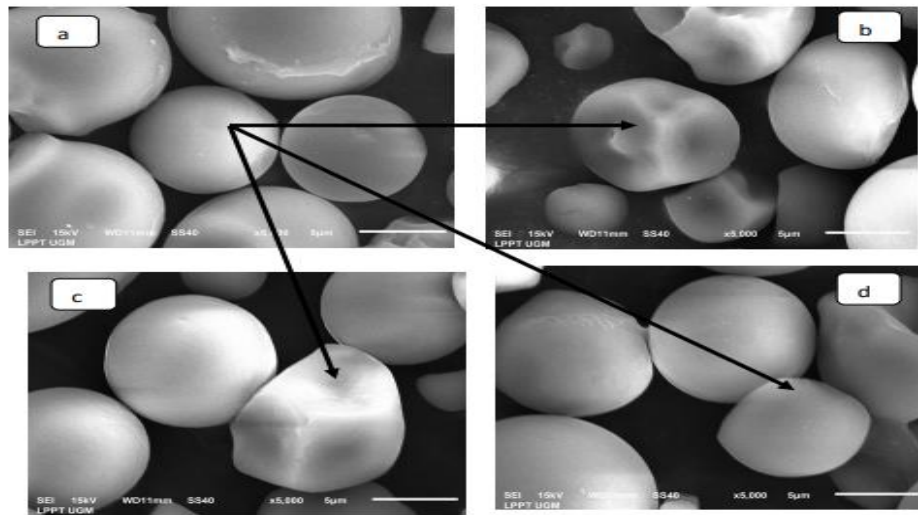


Gambar 2. Tapioka (*Manihot esculenta*)
Sumber : dokumen pribadi

Secara kimia pati tersusun oleh dua satuan polimer utama, yakni amilosa dan amilopektin dengan rasio molar berturut-turut 15-45% dan 75-85% (Tako dkk., 2014). Amilosa dan amilopektin disusun oleh monomer α -D-glukosa yang berikatan satu sama lain melalui ikatan glikosidik. Karakteristik setiap jenis pati dipengaruhi oleh sumber botani, bentuk dan ukuran granula pati, rasio amilosa dan amilopektin, kandungan dari komponen non pati, struktur kristalin, dan amorf (Finatsiyatull, 2019). Amilosa dan amilopektin merupakan komponen penting dalam pembentukan struktur dasar pati dan sangat mempengaruhi karakteristik fisiko kimia pati yang dihasilkan. Amilosa merupakan polimer linier dengan ikatan α -(1-4) unit glukosa, memiliki derajat polimerisasi berkisar antara 500-6.000 unit glukosa. Amilopektin memiliki struktur umum bercabang yang memiliki ikatan α -(1-4) unit glukosa dengan rantai samping α -(1-6) unit glukosa. Jumlah molekul dengan rantai bercabang amilopektin sangat banyak dengan derajat polimerisasi 10^5 - 3×10^6 unit glukosa. Amilosa memiliki peranan penting dalam *food system* yaitu sebagai bahan penstabil dan pengental dalam produk pangan.

Granula tapioka menunjukkan variasi yang besar yaitu sekitar 5-35 μ m yang berbentuk oval. Amilopektin dengan rantai cabang yang panjang memiliki kecenderungan yang kuat untuk membentuk gel yang akan mempermudah penyerapan air sehingga pada saat pemanasan akan terjadi proses gelatinisasi.

Gelatinisasi adalah suatu proses mengembangnya granula pati dalam air pada suhu 52°C - 64°C yang diiringi dengan hilangnya sifat *birefringence*, meningkatnya kekentalan, dan terlarutnya fraksi amilosa pati (bobot molekul yang rendah) (Dwi dkk., 2019). Granula tapioka dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Granula tapioka

Scanning electron microscope (SEM) photograph with 5000× of ozone-oxidized cassava starch

Sumber : Satmalawati *et al.* (2020)

Tapioka biasa digunakan sebagai bahan baku utama ataupun campuran pada berbagai macam produk. Selain itu, tapioka memiliki manfaat sebagai pengental, pengental dan memiliki kemampuan mengembang yang tinggi dibanding dengan jenis tepung lainnya. Hal ini karena kandungan kadar amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati. Semakin tinggi kadar kandungan amilopektin, maka akan menghasilkan pati akan lebih basah dan lengket, serta cenderung sedikit menyerap air. Sebaliknya, jika kandungan amilosanya tinggi, maka pati akan bersifat kering, kurang lengket, dan mudah menyerap air (Finatsiyatull, 2019).

Tapioka yang digunakan sebagai pembuatan produk pangan harus memiliki kualitas yang baik. Tapioka yang memiliki warna lebih putih serta memiliki

kehalusan tepung yang baik sangat diharapkan agar menghasilkan produk akhir yang baik. Syarat mutu tapioka tercantum dalam Standar Nasional Indonesia SNI 01-3729-1995 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu tapioka menurut SNI 01-3729-1995.

Klasifikasi	Keterangan
Keadaan	
a. Bau	Normal
b. Warna	Normal
c. Rasa	Normal
Benda Asing	Tidak boleh ada
Serangga	Tidak boleh ada
Jenis Pati Lain	Tidak boleh ada
Air (%)	Maksimum 13,0
Abu (%)	Maksimum 0,5
Serat Kasar (%)	Maksimum 0,1
Derajat Asam (mI NaOH 1N/100g)	Maksimum 4,0
SO ₂ (Mg/Kg)	Maksimum 30,0
Bahan Tambahan Makanan (bahan pemutih)	Sesuai SNI 01-0222-1995
Kehalusan, Lolos Ayakan 100 Mesh (%)	Minimum 95,0
Cemaran Logam	
a. Timbal (Pb) µg/kg	Maksimum 1,0
b. Tembaga (Cu) µg/kg	Maksimum 10,0
c. Seng (Zn) µg/kg	Maksimum 40,0
d. Rasa (Hg) µg/kg	Maksimum 0,05
Cemaran Arsen (As) µg/kg	Maksimum 0,5
Cemaran Mikroba	
a. Angka Lempengan Total koloni/g	Maksimum 1,0x10 ⁶
b. <i>E-Coli</i> APM/g	Maksimum <3
c. Kapang koloni/g	Maksimum 1,0x10 ⁴

Sumber : Badan Standar Nasional (2011)

2.3 Tepung kacang hijau

Kacang hijau adalah sejenis palawija yang termasuk kedalam suku polong-polongan (*Fabaceae*). Indonesia menempati urutan ketiga sebagai tanaman kacang hijau terpenting setelah kedelai dan kacang tanah. Kacang hijau ini

memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari sebagai sumber pangan nabati berprotein tinggi. Tepung kacang hijau menurut SNI 01-3728-1995 merupakan bahan pangan yang diperoleh dari hasil proses penggilingan kacang hijau yang telah dihilangkan kulit arinya dan kemudian diolah menjadi ukuran partikel-partikel halus/tepung. Pengolahan kacang hijau menjadi tepung merupakan salah satu upaya untuk memperluas pemanfaatannya khususnya di bidang olahan pangan. Banyak produk olahan pangan yang dibuat dari tepung kacang hijau, contohnya dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada produk roti dan biskuit.

Tepung kacang hijau yang diolah tanpa kulit ari mengandung protein sebesar 24,7% (Agniya, 2019). Proses pembuatan tepung kacang hijau kupas kulit terdiri dari beberapa tahapan yaitu diawali dengan pemilihan kacang hijau berkualitas baik, butiran utuh, serta tidak berbau apek. Selanjutnya kacang hijau dilakukan proses pengupasan kulit yang bertujuan untuk mempermudah pengolahan. Kacang hijau dicuci dengan air mengalir lalu dilakukan proses pengeringan dengan sinar matahari atau oven hingga kacang hijau benar-benar kering. Kacang hijau yang telah kering dihaluskan menggunakan mesin penggiling tepung dan kemudian diayak agar menghasilkan tekstur tepung yang halus (Haryono dan Dina, 2013). Tepung kacang hijau dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tepung kacang hijau
Sumber : dokumen pribadi

Tepung kacang hijau merupakan salah satu produk pangan nabati yang memiliki kandungan protein cukup tinggi. Protein tepung kacang hijau memiliki asam amino yang lengkap yang memiliki gugus fungsional karboksil (-COOH) dan amina (-NH₂). Asam amino seringkali dikenal sebagai zat pembangun yang merupakan hasil akhir dari metabolisme protein (Ningsih, 2009). Tepung kacang hijau mengandung sejumlah asam amino esensial yang sangat diperlukan oleh tubuh. Asam amino esensial merupakan asam amino yang tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia, sehingga perlu mengkonsumsi makanan. Jenis-jenis asam amino esensial yaitu Isoleusin, Leusin, Lysin, Metionin, Fenilalanin, Treonin, Triptofan, dan Valin. Keseimbangan asam amino pada tepung kacang hijau setara dengan kacang kedelai (Astawan, 2009). Komposisi asam amino pada tepung kacang hijau dapat dilihat pada Tabel 3.

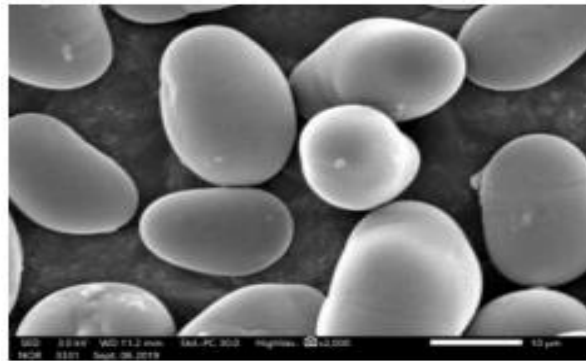
Tabel 3. Komposisi asam amino tepung kacang hijau

Asam Amino	Tepung Kacang Hijau (mg/g.N)
Isoleusin	350
Leusin	560
Lisin	430
Metionin	70
Sistein	40
Fenilalanin	300
Tirosin	100
Threonin	200
Triptofan	50
Valin	370

Sumber : Tiwari and Brijesh (2011)

Granula pati kacang hijau memiliki bentuk dan ukuran tidak seragam serta sangat heterogen. Granula pati kacang hijau berbentuk oval hingga bulat, seperti ginjal (*kidney shaped*), elips, bulat-kecil, dan berbentuk kubah dengan ukuran granula antara 5 – 40 µm. Kacang hijau memiliki granula pati berbentuk elips dan memiliki permukaan yang halus dengan ukuran granula yaitu diameter 9,05-21,08 µm serta panjang 12,67-31,07 µm (Wenhao-Li *et al.*, 2011) dengan suhu

gelatinisasi tepung kacang hijau adalah 71,3°C-71,7°C. Granula pati kacang hijau dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Granula pati kacang hijau
Scanning electron microscope (SEM) photograph
with 2000× of mung bean starch
Sumber : Thi Hong *et al.* (2020)

Kacang hijau mengandung beberapa komponen kimia. Adapun komponen kimia kacang hijau disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komponen kimia kacang hijau

Komponen	Jumlah
Total pati	86,45%
Amilosa	54,35%
Amilopektin	32,10%
Sukrosa	1,2 -1,8%
Rafinosa	0,3 -1,1%
Stakiosa	1,65-2,50%
Verbaskosa	2,10-3,80%

Sumber : Abdullah (2015)

Tepung kacang hijau kupas kulit mengandung karbohidrat sebesar 63,3%, protein sebesar 24,7%, serat sebesar 5,73% (Agniya, 2019), serta kandungan asam amino dalam protein kacang hijau sangat lengkap (Yusuf, 2014). Kadar vitamin B1 kacang hijau sebesar 0,46 mg/100g dan vitamin B2 sebesar 0,15 mg/100g.

Vitamin B1 merupakan koenzim dalam reaksi-reaksi yang menghasilkan energi yang mengubah karbohidrat menjadi sumber energi. Vitamin B2 merupakan komponen dari enzim asam L- dan D-amino oksidase yang mengoksidasi asam amino dan asam hidroksi menjadi asam α -keto, sehingga vitamin B2 ini dapat membantu penyerapan protein dalam tubuh manusia (Astawan, 2009). Syarat mutu tepung kacang hijau menurut SNI 01-3728-1995 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Syarat mutu tepung kacang hijau (SNI 01-3728-1995)

Klasifikasi	Keterangan
Keadaan	
a. Bau	Normal
b. Warna	Normal
c. Rasa	Normal
Benda Asing	Tidak boleh ada
Serangga	Tidak boleh ada
Jenis Pati Lain	Tidak boleh ada
Air (%)	Maksimum 10,0
Silikat (%)	Maksimum 0,1
Serat Kasar (%)	Maksimum 3,0
Derajat Asam (mL NaOH 1N/100g)	Maksimum 2,0
Protein (%)	Maksimum 23,0
Bahan Tambahan Makanan (bahan pengawet)	Sesuai SNI 01-0222-1995
Kehalusan,	
a. Lolos Ayakan 60 Mesh	Minimum 95,0
b. Lolos Ayakan 80 Mesh	Minimum 100,0
Cemaran Logam	
a. Timbal (Pb) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 1,0
b. Tembaga (Cu) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 10,0
c. Seng (Zn) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 40,0
d. Rasi (Hg) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 0,05
Cemaran Arsen (As) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 0,5
Cemaran Mikroba	
a. Angka Lempengan Total koloni/g	Maksimum $1,0^6$
b. <i>E-Coli</i> APM/g	Maksimum 10,0
c. Kapang koloni/g	Maksimum 1,04

Sumber : Badan Standar Nasional (1995)

2.4 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku adalah bahan pokok yang digunakan dalam pembuatan makanan. Jenis bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan boba adalah tepung dan pati. Tepung dan pati adalah dua produk yang berbeda dari cara proses pembuatan maupun sifat fisikokimianya. Menurut Gumilar dkk. (2011), pati merupakan penyusun utama tepung yang terdiri dari dua fraksi, yakni fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Karakteristik fisik dan kimia tapioka dan tepung kacang hijau disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Sifat fisik dan kimia tapioka dan tepung kacang hijau

Komponen	Tapioka*	Tepung kacang hijau**
Kadar pati (%)	80,14	86,45
Amilosa (%)	31,38	54,35
Amilopektin (%)	48,76	32,10
Kadar abu (%)	0,13	3,55
Suhu gelatinisasi (°C)	52-64	67,3-78,7
Ukuran granula (µm)	5-35	5-40
Bentuk granula	Oval	Oval

Sumber : * Bukhari dkk. (2019)

** Abdullah (2015)

Pati berfungsi untuk menaikkan daya ikat air, sehingga pati dapat menahan air selama proses pemanasan dan pengolahan berlangsung. Naiknya suhu pemanasan akan meningkatkan pembengkakan granula pati dan daya tarik menarik antar molekul pati dalam granula pati tidak dapat bergerak bebas lagi. Kondisi ini disebut dengan gelatinisasi pati, yaitu mengembangnya granula pati dan tidak dapat balik (*irreversible*) keadaan semula (Rahman, 2007). Selama proses gelatinisasi terjadi maka granula pati akan kehilangan sifat *birefringence* dan mengalami hidrasi dan mengembang, molekul amilosa larut, kekuatan ikatan di dalam granula pati akan berkurang yang diikuti dengan semakin kuat ikatan antar granula, serta kekentalan (viskositas) dan kejernihan pasta meningkat (Merdiyanti, 2008).

Menurut Merdiyanti (2008), mekanisme gelatinisasi terjadi dalam tiga tahap, yaitu mula-mula terjadi penyerapan air oleh granula pati sampai batas yang akan mengembang secara lambat dimana air secara perlahan dan bolak balik masuk ke dalam granula. Tahap kedua, pengembangan granula terjadi secara cepat karena menyerap air sampai kehilangan sifat *birefringence* nya. Tahap ketiga, granula pecah saat kelebihan air disertai suhu terus meningkat sehingga molekul amilosa keluar dari granula.

2.5 Amilosa dan Amilopektin

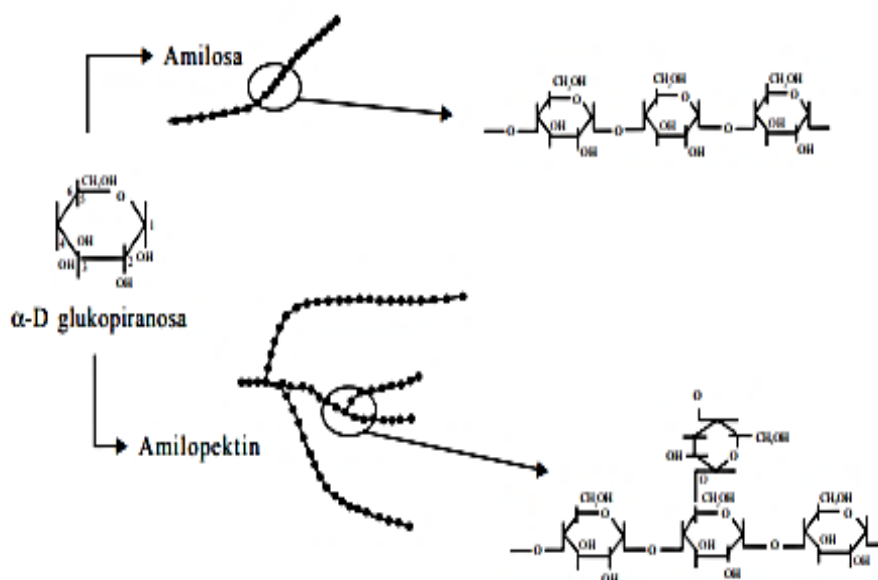
Amilosa merupakan polimer dari unit-unit glukosa dengan bentuk ikatan α -1,4-glikosidik yang memiliki bentuk rantai lurus, tidak bercabang atau berbentuk struktur heliks yang terdiri dari 500-2000 satuan anhidroglukosa. Berat molekul α ikatan amilosa berkisar 105-106 dengan derajat polimerisasi yang mencapai kisaran 500-6000 unit glukosa tergantung dari sumbernya. Banyaknya gugus hidroksil yang terdapat dalam senyawa polimer glukosa menyebabkan amilosa bersifat hidrofilik. Amilosa memiliki struktur heliks yang dapat membentuk ikatan kompleks dengan iodin. Hal ini merupakan dasar untuk mengidentifikasi amilosa, dimana dengan uji iodin amilosa akan membentuk warna biru (Hee-Joung An, 2005).

Pati yang dipanaskan dengan suhu tinggi mengakibatkan terjadinya penurunan kadar amilosa dan kejernihan pasta pati, namun meningkatkan kelarutan dan *swelling power*. Hal ini mengakibatkan molekul amilosa memiliki bobot molekul yang rendah dan molekul amilosa yang dihasilkan lebih sederhana, yakni terdapat rantai lurus yang pendek sehingga sangat mudah untuk larut dalam air (Luna dkk., 2014). *Swelling power* atau kemampuan pembengkakan pati merupakan parameter yang menjelaskan kemampuan penyerapan air selama proses gelatinisasi pati. *Swelling power* yang tinggi menunjukkan kemampuan pati mengembang dalam air semakin besar, sehingga dalam aplikasi pengolahan pangan berbasis pati dapat dipergunakan untuk memperkirakan volume wadah

yang akan digunakan. Sifat amilosa yaitu lebih mudah keluar dari granula dan memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen atau mengalami retrogradasi. Kadar Amilosa yang tinggi akan membatasi pengembangan granula dan mempertahankan integritas granula.

Amilopektin merupakan polimer unit-unit glukosa dengan ikatan α -1,4-glikosidik pada rantai lurus dan ikatan α -1,6-glikosidik dengan derajat polimerisasinya 10^5 - 3×10^6 unit glukosa (Herawati, 2011). Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk rantai yang bercabang dengan ikatan percabangannya berjumlah 4-5% dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Eliasson, 2004).

Amilopektin bila direaksikan dalam larutan iod akan membentuk warna merah. Amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai serta berat molekul amilopektin bervariasi tergantung pada sumbernya. Proses dalam pembuatan produk makanan, amilopektin bersifat larut dalam air yang digunakan sebagai bahan pengisi dan pengikat yang menghasilkan tekstur yang plastis dan kompak (Lestari dkk., 2013). Struktur molekul amilosa dan amilopektin ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur amilosa dan amilopektin

Sumber : Fen (2007)

Rasio amilosa dan amilopektin dalam granula pati sangat penting dan dijadikan sebagai parameter dalam pemilihan sumber pati untuk diaplikasikan dalam proses pengolahan pangan agar memberikan sifat fungsional yang diinginkan. Menurut Kusnandar (2011), ikatan hidrogen antar molekul penyusun pati berperan dalam menentukan kekompakan *gel/film*. Struktur amilosa lebih mudah berikatan antarsesama melalui ikatan hidrogen dibanding dengan amilopektin, sehingga kekuatan *gel/film* pati lebih dipengaruhi oleh kandungan amilosanya.

2.6 Bahan Tambahan dalam Pembuatan Boba

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.772/Menkes/PER/X/1999, pengertian bahan tambahan pangan adalah bahan yang secara alami bukan merupakan bagian dari bahan baku pangan, mempunyai atau tidak mempunyai nilai gizi, yang sengaja ditambahkan kedalam makanan pada proses pembuatan, pengolahan, penyimpanan, perlakuan, pengepakan, pengemasan, dan penyimpanan. Penggunaan bahan tambahan pangan ini bertujuan untuk meningkatkan atau mempertahankan nilai gizi, citarasa, serta memantapkan bentuk dan rupa (Cahyadi, 2009).

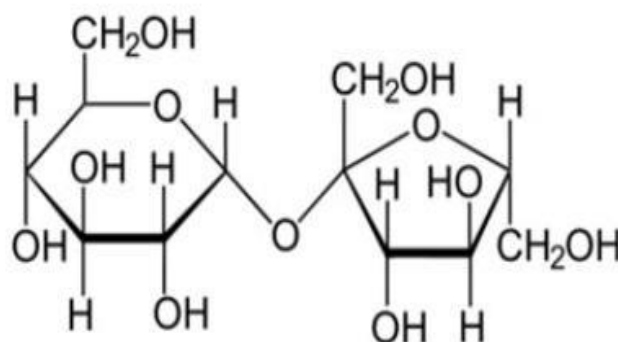
Jenis bahan tambahan pangan ada 2 yaitu GRAS (*Generally Recognized as Safe*) dan ADI (*Acceptable Daily Intake*). GRAS merupakan jenis bahan tambahan pangan yang aman dan tidak bersifat toksik, contohnya gula dan cokelat. Sedangkan jenis ADI yakni bahan tambahan pangan yang ditetapkan batas penggunaan hariannya demi menjaga/melindungi kesehatan konsumen. Jenis bahan tambahan pangan yang biasa digunakan dalam proses pembuatan boba adalah gula dan bubuk cokelat.

2.6.1 Gula

Gula kristal putih atau sukrosa merupakan suatu karbohidrat sederhana yang langsung diserap oleh tubuh yang kemudian diubah menjadi energi. Proses untuk menghasilkan sukrosa ini mencakup beberapa tahapan, yakni tahap ekstraksi (pemerasan) diikuti dengan pemurnian melalui distilasi (penyulingan). Fungsi penambahan gula dalam pembuatan boba yaitu sebagai pemberi rasa manis, membentuk aroma dan warna yang khas pada saat dipanaskan.

Kristal putih diproses dari sukrosa yang terbentuk dari batang tebu, dengan kadar sukrosa yang terkandung dalam batang tebu segar yang mencapai kemasakan optimal berkisar 8-13%. Sukrosa memiliki rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Gambar 7), berbentuk kristal dengan ukuran hampir seragam berkisar 0,8-1,2 mm (Sinuhaji, 2017). Sukrosa memiliki sifat-sifat antara lain :

- Sifat fisik : tidak berwarna, larut dalam air dan etanol, tidak larut dalam eter dan kloroform, titik lebur $180^{\circ}C$, berbentuk kristal monoklin, bersifat optis aktif, dan densitas kristal 1588 kg/m^3 (pada $15^{\circ}C$).
- Sifat kimia : di dalam suasana asam dan suhu tinggi akan mengalami proses inversi yaitu terurainya sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.



Gambar 7. Struktur kimia sukrosa
Sumber : Winarno. (2008)

Syarat mutu sukrosa menurut SNI 3140.3:2010 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Syarat mutu sukrosa (SNI 3140.3:2010)

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
		GKP 1	GKP 2
Warna			
a. Warna Kristal	CT	4,0-7,5	7,6-10,0
b. Warna Larutan (ICUMSA)	IU	81-200	201-300
Besar Jenis Butir	mm	0,8-1,2	0,8-1,2
Susut Pengeringan (b/b)	%	Maks 0,1	Maks 0,1
Polaritas (Z, 20 ^o C)	“Z”	Min 99,6	Min 99,6
Abu Konduktiviti (b/b)	%	Maks 0,10	Maks 0,15
Bahan Tambahan Pangan			
Belerang Dioksida (SO ₂)	mg/kg	Maks 30,0	Maks 30,0
Cemaran Logam			
a. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2,0	Maks 2,0
b. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 2,0	Maks 2,0
c. Arsen (As)	mg/kg	Maks 1,0	Maks 1,0

Sumber : Badan Standar Nasional (2010)

2.6.2 Cokelat bubuk

Penambahan cokelat bubuk pada pembuatan boba berfungsi untuk memberikan warna, aroma, dan rasa pada boba. Cokelat bubuk terbuat dari bungkil/ampas biji cokelat yang telah dipisahkan dari lemak cokelatunya. Bungkil dikeringkan dan digiling halus sehingga terbentuk serbuk cokelat. Bubuk cokelat relatif sulit dihaluskan dibanding dengan tepung yang berasal dari biji-bijian lain karena kakao mengandung lemak yang cukup tinggi. Adapun jenis cokelat bubuk ada 2, yaitu melalui proses natural (*non alkalized cocoa powder*) dan melalui proses *dutch* (*alkalized cocoa powder*). *Natural cocoa powder* memiliki warna cokelat lebih terang, sedangkan *dutch cocoa powder* memiliki warna cokelat yang lebih gelap. Bubuk cokelat mengandung senyawa polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan. Kandungan polifenol dalam bubuk kakao lebih tinggi dibanding dengan teh. Selain itu, cokelat mengandung alkaloid yang memiliki efek fisiologis bagi tubuh seperti dapat memacu sistem saraf dan dapat menaikkan atau

menurunkan tekanan darah. Syarat mutu bubuk cokelat berdasarkan SNI. 01-3747-1995 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Standar mutu bubuk kakao (SNI 01-3747-1995)

Klasifikasi	Keterangan
Air (%)	Maksimum 5,0
Abu (%)	Maksimum 8,0
Lemak kakao (%)	15-22
Derajat Asam (mL NaOH 1N/100g)	Maksimal 120,0
Serat kasar (%)	Maksimal 5,0
Kehalusan, Lolos Ayakan 70 Mesh (%)	Maksimal 80,0
Cemaran Logam	
Timbal (Pb) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 5,0
Rasa (Hg) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 5,0
Cemaran Arsen (As) $\mu\text{g}/\text{kg}$	Maksimum 1,0
Cemaran Mikroba	
a. <i>E-Coli</i> APM/g	Negatif
b. Kapang koloni/g	Maksimum 50,0
Benda Asing (%)	Maksimal 2,0

Sumber : Badan Standar Nasional Indonesia (1995)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-November 2022 di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian dan Ruang Uji Sensori Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pangan, Politeknik Negeri Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan pada pembuatan boba (*bubble pearl*) adalah tapioka (merek Pak Tani Cap Gunung) dan tepung kacang hijau kupas kulit (merek Fit's). Bahan tambahan yang digunakan adalah gula pasir (merek Gulaku) dan cokelat bubuk (merek Windmolen). Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah larutan H_2SO_4 pekat, HCl 0,02 N, NaOH 50%, NaOH- $Na_2S_2O_3$, K_2SO_4 , HgO, H_3BO_3 , aquades, alkohol, dan indikator pp.

Alat yang digunakan dalam pembuatan boba adalah baskom, timbangan digital, panci, kompor, sendok, pisau, *thermometer*, jangka sorong, talenan, mangkuk, dan alat peniris. Alat yang digunakan untuk analisis kadar proksimat adalah alat pemanas, penjepit cawan, cawan porselin, oven, desikator, indikator phenolphthalein, alat destilasi, buret, neraca analitik, alat ekstraksi Soxhlet, kertas saring, tanur listrik, labu kjeldahl, alat-alat gelas dan alat *brookfield texture analyzer* digunakan untuk analisis uji fisik serta seperangkat alat uji sensori.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau kupas kulit terdiri dari 6 taraf perlakuan yaitu P0 (100%:0%), P1 (97%:3%), P2 (94%:6%), P3 (91%:9%), P4 (88%:12%), dan P5 (85%:15%). Perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau dalam pembuatan boba disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan tapioka dan tepung kacang hijau dalam pembuatan boba (*bubble pearl*)

Perlakuan	Tapioka (%)	Tepung Kacang Hijau (%)
P0	100	0
P1	97	3
P2	94	6
P3	91	9
P4	88	12
P5	85	15

Kesamaan ragam data diuji dengan uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan uji Tukey. Data di analisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Data kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

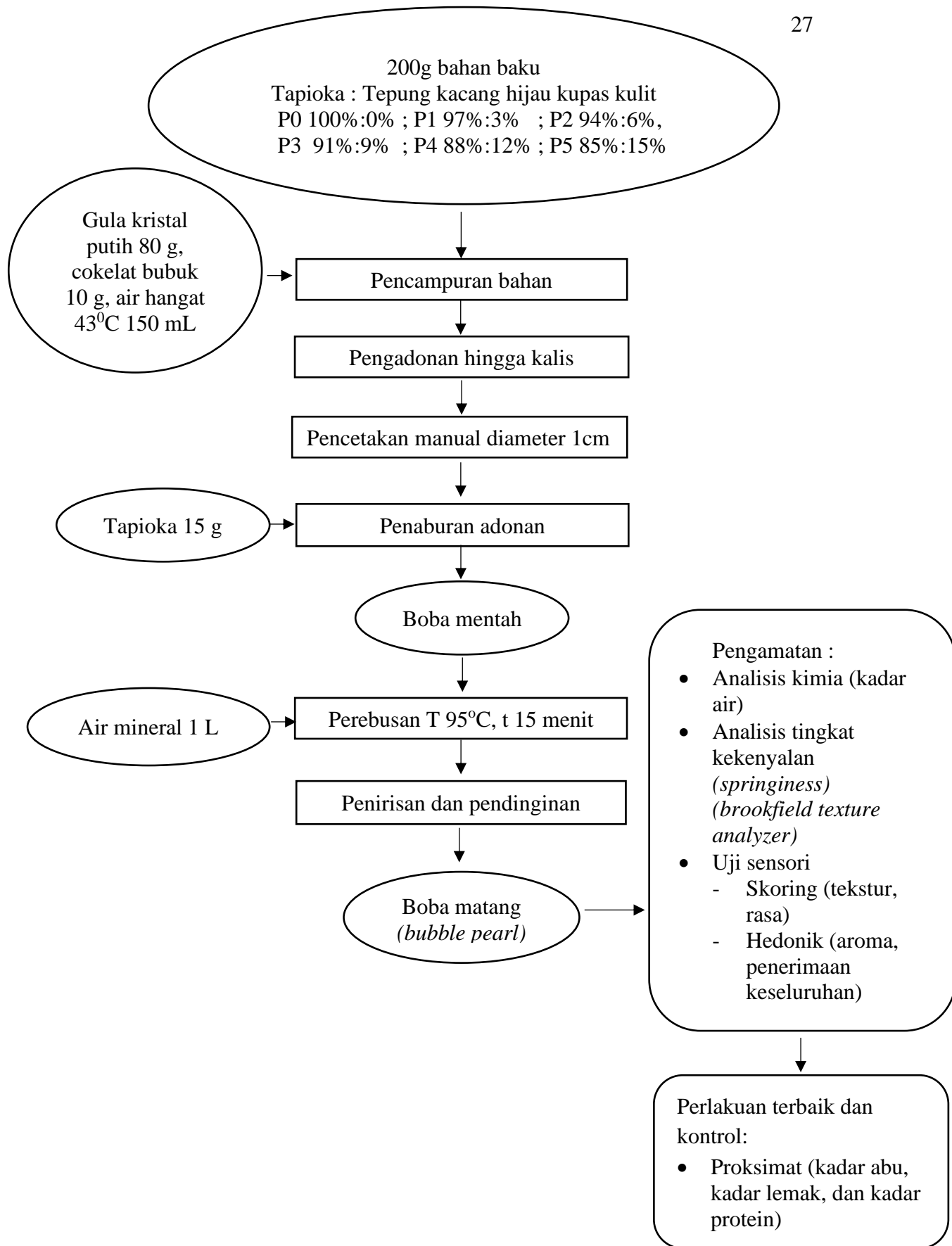
Pembuatan boba (*bubble pearl*) mengacu pada prosedur Ramadhaningtyas (2021) yang telah dimodifikasi. Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan boba adalah tapioka dan tepung kacang hijau. Formulasi perbandingan tapioka dengan tepung kacang hijau kupas kulit adalah P0 (100%:0%), P1 (97%:3%), P2 (94%:6%), P3 (91%:9%), P4 (88%:12%), P5 (85%:15%). Komposisi bahan dan tingkat formulasi pembuatan boba (*bubble pearl*) dengan substitusi tepung kacang hijau dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Formulasi pembuatan boba (*bubble pearl*)

Formulasi	Perbandingan tapioka : tepung kacang hijau kupas kulit					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
	100:0	97:3	94:6	91:9	88:12	85:15
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Tapioka (g)	200	194	188	182	176	170
Tepung kacang hijau (g)	0	6	12	18	24	30
Gula pasir (g)	80	80	80	80	80	80
Cokelat bubuk (g)	10	10	10	10	10	10
Air hangat 43 ⁰ C (mL)	150	150	150	150	150	150

Sumber : Ramadhaningtyas (2021) yang telah dimodifikasi

Proses pembuatan boba (*bubble pearl*) dilakukan dengan memasukkan tapioka dan tepung kacang hijau ke dalam baskom sesuai dengan formulasi yang telah ditetapkan. Lalu ditambahkan gula pasir sebanyak 80 g dan cokelat bubuk sebanyak 10 g. Setelah itu air mineral dipanaskan hingga bersuhu 43⁰C, setelah suhunya tercapai sebanyak 150 mL di masukkan sedikit demi sedikit ke dalam campuran bahan dan diuleni secara manual hingga tercampur rata dan membentuk adonan yang kalis. Penggunaan air hangat bertujuan agar adonan yang diuleni cepat kalis. Adonan dibentuk bulat secara manual dengan diameter 1 cm dan diukur menggunakan jangka sorong lalu disusun di atas loyang untuk kemudian ditaburi tepung tapioka sebanyak 15 g dengan cara diayak menggunakan saringan ukuran 60 mesh. Hal ini bertujuan agar tidak saling menempel satu sama lain. Boba dimasak saat akan dilakukan pengujian. Boba dimasukkan ke dalam air mineral 1 liter yang telah mendidih selama 15 menit hingga matang, kemudian boba ditiriskan dan didinginkan di suhu ruang lalu disimpan dalam wadah tertutup. Produk boba selanjutnya di uji kadar air, tingkat kekenyalan (*springiness*) (*brookfield texture analyzer*), dan sensori (tekstur, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan). Perlakuan terbaik yang diperoleh dari uji tersebut, selanjutnya dilakukan pengujian kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein. Diagram alir pembuatan boba (*bubble pearl*) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir proses pembuatan boba (*bubble pearl*)

Sumber : Ramadhaningtyas dkk. (2021) yang telah dimodifikasi

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap semua perlakuan boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau meliputi kadar air, tingkat kekenyalan (*springiness*) dengan *texture analyzer*, dan pengujian sifat sensori (uji skoring terhadap tekstur dan rasa, uji hedonik terhadap aroma dan penerimaan keseluruhan). Perlakuan terbaik diamati sifat kimianya meliputi kadar abu (AOAC, 2012), kadar lemak (SNI 01-2891-1992), dan kadar protein (AOAC, 2012).

3.5.1 Uji Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode AOAC (2012). Prinsipnya adalah molekul air bebas yang terdapat pada sampel diuapkan. Sampel ditimbang hingga diperoleh bobot konstan dengan asumsi semua air yang terkandung dalam sampel telah diuapkan. Banyaknya air yang diuapkan merupakan selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan. Cawan porselen ditimbang terlebih dahulu dan dicatat bobotnya (A). Kemudian cawan porselen dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama ± 30 menit, didinginkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghilangkan uap air, lalu ditimbang (B). Sampel yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 5 g dalam cawan yang sudah diketahui berat konstannya. Cawan kemudian dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105°C selama 5 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang (C). Tahap ini diulangi hingga diperoleh bobot yang konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,001 g). Penentuan kadar air dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan :

A : Berat cawan kosong

B : Berat cawan + Sampel awal

C : Berat cawan + Sampel kering

3.5.2 Tingkat Kekenyalan

Pengujian kekenyalan (*springiness*) terhadap boba dilakukan dengan alat instrument Brookfield AMETEK CT3-4500-115 CT3 *texture analyzer* dengan kapasitas 4500 g (Gambar 9).



Gambar 9. Brookfield AMETEK CT3-4500-115
CT3 *texture analyzer*

Prinsip pengujian kekenyalan dengan *texture analyzer* yaitu memberikan gaya pada bahan pangan dan dihitung tingkat ketahanan bahan pangan terhadap gaya yang diberikan. Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan menghubungkan kabel Brookfield AMETEK CT3-4500-115 CT3 *texture analyzer* dengan sumber listrik. Jarum penusuk sampel (*probe*) dipasang dan diatur posisinya mendekati sampel. Probe yang digunakan berbentuk silinder berdiameter 3,5mm. Format program analisis yang akan dilakukan yaitu jenis test TPA, *trigger* 15,5g, *deformation* 6,0 mm, dan *speed* 2,5mm/s. Sampel boba berdiameter 1,5 cm diletakkan di atas landasan, lalu tekan tombol *start* sehingga *probe* bergerak turun secara perlahan sesuai dengan kecepatan 2,5 mm/s sampai menusuk sampel boba. Pengujian selesai apabila *probe* kembali ke posisi semula dan *display* akan mengeluarkan

nilai pengukurannya. Sampel boba yang digunakan dalam pengujian ini sebanyak 5% dari jumlah total boba yang dibuat dalam setiap perlakuan.

3.5.3 Uji sensori

Pengujian sensori terhadap boba dilakukan untuk mengetahui respon panelis terhadap boba dengan perlakuan konsentrasi tepung kacang hijau yang berbeda menggunakan metode uji skoring dan uji hedonik. Uji skoring bertujuan untuk memberi skor terhadap karakteristik mutu yang meliputi tekstur dan rasa pada setiap perlakuan boba kacang hijau. Sedangkan uji hedonik bertujuan untuk memberikan nilai berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap boba kacang hijau dengan berbagai perlakuan. Panelis diminta memberikan nilai terhadap atribut sensori, yaitu tekstur dan rasa untuk uji skoring, serta aroma dan penerimaan keseluruhan untuk uji hedonik. Uji sensori boba dilakukan sehari setelah pembuatan adonan boba. Boba yang akan dilakukan uji sensori sebelumnya direbus terlebih dahulu selama 15 menit ditiriskan dan didinginkan, kemudian disajikan ke panelis dengan memperhatikan boba yang disajikan kepada panelis berukuran bulat sama besar dan matang. Pengujian uji skoring menggunakan panelis semi terlatih sebanyak 20 orang dan uji hedonik menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang. Pengujian skoring dan hedonic dilakukan di hari yang berbeda. Sampel yang telah diberi kode disajikan secara acak kepada panelis, kemudian diminta untuk memberikan nilai menurut tingkat skoring dan hedonik. Lembar kuisisioner uji skoring dan uji hedonik dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Kuisisioner uji hedonik boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau

Lembar Kuesioner Uji Hedonik

Produk : Boba
 Nama :
 Tanggal :

Di hadapan Anda disajikan 6 sampel boba. Anda diminta untuk menilai berdasarkan aroma dan penerimaan keseluruhan sampel tersebut satu persatu. Gunakanlah skala yang tersedia untuk menunjukkan penilaian tingkat kesukaan Anda terhadap masing-masing parameter sampel.

Parameter	Kode Sampel					
	159	586	243	391	171	271
Aroma						
Penerimaan keseluruhan						

Keterangan :

5. Sangat suka
4. Suka
3. Agak suka
2. Tidak suka
1. Sangat tidak suka

Tabel 12. Kuisisioner uji skoring boba pada berbagai formulasi tapioka dan tepung kacang hijau

Lembar Kuesioner Uji Skoring

Produk : Boba
 Nama :
 Tanggal :

Di hadapan Anda disajikan 6 sampel boba. Anda diminta untuk menilai berdasarkan tekstur dan rasa dengan mencicipi sampel satu persatu. Gunakanlah skala yang tersedia untuk menunjukkan penilaian Anda terhadap masing-masing parameter sampel.

Parameter	Kode Sampel					
	159	586	243	391	171	271
Tekstur						
Rasa						

Keterangan :

Tekstur :

5. Sangat kenyal
4. Kenyal
3. Agak kenyal
2. Tidak kenyal
1. Lembek

Rasa:

5. Sangat khas kacang hijau
4. Khas kacang hijau
3. Agak khas kacang hijau
2. Tidak khas kacang hijau
1. Sangat tidak khas kacang hijau

Hasil data sensori yang diperoleh dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan metode AHP untuk menentukan perlakuan terbaik. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah metode yang digunakan untuk mengambil keputusan secara ilmiah dan rasional yang memberikan solusi terhadap masalah multi kriteria dan kompleks dengan berbagai alternatif (Diana dan Retno., 2016).

Prinsip kerja AHP adalah penyederhanaan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur, strategi dan dinamik menjadi sebuah bagian-bagian dan tertera dalam suatu hierarki. Tingkat kepentingan setiap variabel diberi nilai numerik, secara subjektif tentang arti penting variabel tersebut dan secara relatif di banding dengan variabel yang lain. Sebagian dari pertimbangan kemudian dilakukan sintesa untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas tinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil pada sistem tersebut.

Dalam pembuatan keputusan, penting untuk mengetahui seberapa baik konsistensi yang ada. Langkah-langkah yang dilakukan dalam metode AHP sebagai berikut :

1. Nilai hasil perbandingan berpasangan pada matrik diubah menjadi bilangan desimal, kemudian kuadratkan matrik tersebut.....(iterasi I)
2. Jumlahkan setiap baris matrik dan dihitung hasil normalisasinya.
3. Hasil kuadrat matrik iterasi I dikuadratkan.....(iterasi II)
4. Jumlahkan setiap baris matrik dan dihitung hasil normalisasinya.
5. Dihitung perbedaan nilai eigen iterasi I dan iterasi II. Apabila hasil perbedaan tersebut tidak terlalu besar sampai dengan 4 desimal, maka syarat terpenuhi.
6. Hasil nilai eigen iterasi 2 dikalikan dengan nilai skor rata-rata parameter uji sensori, dihitung dan jumlahkan nilai skor akhir dari masing-masing perlakuan.
7. Perlakuan yang memperoleh skor AHP tertinggi merupakan perlakuan terbaik.

3.5.4 Uji kimia

3.5.4.1 Kadar abu (AOAC, 2012).

Analisis kadar abu dilakukan menggunakan metode AOAC (2012). Prinsipnya adalah pembakaran bahan-bahan organik diuraikan menjadi air dan karbondioksida, akan tetapi zat anorganik tidak terbakar. Zat anorganik ini dikenal dengan sebutan abu. Pertama cawan porselen dikeringkan dalam oven selama 30 menit, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Tanur dipanaskan hingga mencapai suhu 500°C dan dipertahankan suhunya. Sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen sebanyak 5g dibakar sampai pengabuan sempurna berbentuk abu berwarna putih. Setelah pembakaran selesai, sampel dimasukkan ke dalam tanur bersuhu 500 °C selama 3 jam. Sampel kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan selanjutnya ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Perhitungan kadar abu dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

3.5.4.2 Kadar lemak (SNI 01-2891-1992)

Analisis kadar lemak dilakukan dengan metode Soxhlet. Prinsipnya yaitu lemak yang terkandung dalam sampel diekstrak menggunakan pelarut lemak non polar. Prosedur analisis kadar lemak yakni labu lemak yang akan digunakan di oven terlebih dahulu selama 15 menit bersuhu 105 °C, kemudian labu lemak didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air, lalu ditimbang (A). Sampel yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 5g (B), kemudian dibungkus dengan kertas saring dan dikeringkan dalam oven dengan suhu < 80 °C selama 1 jam. Selongsong kertas tersebut dimasukkan ke dalam alat soxhlet yang telah dibungkus dengan labu lemak yang telah di oven dan diketahui bobotnya. Pelarut

heksan dituangkan sampai sampel terendam dan dilakukan ekstraksi lemak selama 6 jam atau sampai pelarut lemak yang turun ke labu lemak berwarna jernih.

Pelarut lemak yang telah digunakan, disuling, dan ditampung, kemudian ekstrak lemak yang ada dalam labu lemak dikeringkan menggunakan oven bersuhu 105°C selama 6 jam untuk menghilangkan pelarut yang masih tersisa. Lalu lemak didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (C). Pengeringan labu lemak dilakukan pengulangan sampai diperoleh bobot yang konstan.

Penentuan kadar lemak dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{C-A}{B} \times 100$$

Keterangan :

A = Berat labu alas bulat kosong (g)

B = Berat sampel (g)

C = Berat labu alas bulat dan lemak hasil ekstraksi (g)

3.5.4.3 Kadar protein (AOAC, 2012)

Analisis kadar protein dilakukan menggunakan metode Kjeldahl. Prinsip analisis ini adalah menetapkan protein berdasarkan oksidasi bahan-bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia oleh asam sulfat yang kemudian amonia bereaksi dengan kelebihan asam membentuk amonium sulfat. Amonium sulfat yang telah terbentuk diuraikan dan larutan dijadikan basa dengan larutan NaOH. Amonia yang diuapkan akan diikat menggunakan larutan asam borat. Nitrogen yang terkandung dalam larutan ditentukan jumlahnya dengan titrasi HCl.

Prosedur analisis kadar protein meliputi 3 tahapan yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi, sampel ditimbang sebanyak 2 g, kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL. Setelah itu ditambahkan 1 mL Na₂SO₄ anhidrat, 10 mL H₂SO₄ pekat, dan 0,3 g CuSO₄. Larutan yang ada dalam labu tersebut diletakkan pada alat pemanas dengan kenaikan suhu secara bertahap

hingga mencapai suhu 340°C. Destruksi dilakukan selama 1-1,5 jam hingga larutan menjadi bening. Hasil destruksi didinginkan lalu diencerkan dengan aquades 20 mL.

Pada tahap destilasi, labu Kjeldahl yang berisi sampel hasil destruksi dipindahkan ke alat destilasi. Sampel hasil destruksi ditambahkan larutan NaOH 30% sebanyak 30 mL, Na₂S₂O₃ 5% sebanyak 5 mL, 2 butir granula Zn, aquades 5mL, dan batu didih. Proses destilasi dilakukan sampai tertampung ±15 mL destilat dalam Erlenmeyer. Destilat yang diperoleh diencerkan dengan aquades sampai 50 mL destilat. Selanjutnya masuk ke tahap titrasi dengan larutan HCl 0,02 N sampai terjadi perubahan warna larutan sampel berubah menjadi merah jambu, lakukan hal tersebut terhadap blanko. Hasil yang diperoleh adalah total N yang kemudian dinyatakan dalam faktor konversi 6,25. Penentuan kadar protein dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Kadar Protein} = \frac{(A-B) \times N \text{ HCl} \times 14,007}{W} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = titrasi sampel (mL)

B = titrasi blanko (mL)

N = normalitas HCl standar yang digunakan 14,007 : faktor konversi 6,25

W = berat sampel (g)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Perlakuan substitusi tepung kacang hijau dalam pembuatan boba berpengaruh nyata terhadap kadar air, tingkat kekenyalan (*springiness*), serta sifat sensori (tekstur, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan).
2. Boba dengan formulasi tepung kacang hijau kupas kulit yang menghasilkan mutu karakteristik dan sensori terbaik adalah perlakuan P4 (tapioka 88% : tepung kacang hijau 12%) dengan nilai *springiness* sebesar 6,80 mm, kadar air sebesar 62,66%, kadar abu sebesar 0,90%, protein sebesar 1,09%, lemak sebesar 0,04%, dan pengujian sensori menghasilkan tekstur dengan skor 3,36 (agak kenyal), rasa dengan skor 3,39 (agak khas kacang hijau), aroma dengan skor 3,90 (suka) dan penerimaan keseluruhan dengan skor 3,97 (suka).

5.2. Saran

1. Pembuatan boba sebaiknya konsentrasi bubuk kakao ditingkatkan atau diganti dengan bahan lain yang dapat menutupi aroma langu pada boba yang disubstitusi tepung kacang hijau.
2. Perlu ditambahkan hidrokoloid yang mampu membentuk gel lebih baik agar boba yang dihasilkan bertekstur lebih kenyal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. A. 2015. Karakteristik Pati Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*) dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Pembuatan Pudding Susu. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Agniya, R. N. 2019. Pemanfaatan tepung pisang kepok putih dan tepung kacang hijau dalam pembuatan *crispy cookies* sebagai *snack* sumber serat dan rendah natrium. *ARGIPA*. 4(2):94-106.
- Alvita, T. S. 2021. Inovasi Pembuatan Boba dengan Substitusi Tepung Buah Bit (*Beta vulgaris L.*) dan Sari Kedelai (*Glycine max L.*). (Thesis). Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Andarwulan, N. F., Kusnandar, dan Herawati, D. 2011. *Analisis Pangan*. PT. Dian Rakyat. Jakarta.
- Astarini, F., Sigit, B., dan Praseptiangga, D. 2014. Formulasi dan evaluasi sifat sensoris dan fisikokimia flakes komposit dari tepung tapioka, tepung konjac (*Amorphophallus oncophyllus*) dan tepung kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(1):106-113.
- Astawan, M. 2009. *Kacang Hijau Antioksidan*. IPB. Bogor.
- Astuti, S., Suharyono, S., Anayuka, S. T. 2018. Sifat fisik dan sensori flakes pati garut dan kacang merah dengan penambahan tiwul singkong. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 8(2): 1–12.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2012. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists Inc. Mayland. USA.
- BeMiller, J. N. and Huber, K. C. 2007. *Food Chemistry*. Boca Raton, FL. CRC Press.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 1992. *SNI 01-2891-1992 Cara Uji Makanan dan Minuman*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 1995. *SNI 01-3728-1995 Tentang Syarat Mutu Tepung Kacang Hijau*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 1995. *SNI 01-3747-1995. Standar Mutu Bubuk Kakao*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2010. *SNI 3140.3-2010. Tentang Syarat Mutu Gula Kristal*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2011. *SNI 3451-2011 Tentang Syarat Mutu Tepung Tapioka*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bukhori, A. J., Karim, A., dan Hariyadi, P. 2019. Pengaruh teknik pengolahan terhadap karakteristik kimia dan *swelling power* pada tapioka yang dihasilkan. *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*. Hlm 142-148.
- Brown, A. 2015. *Understanding Food: Principles and Preparation 5th ed.* Cengage Learning. USA.
- Cahyadi, W. 2009. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Christine, E. T., Firyal, A. S., dan Hasibuan, N. 2020. Analisis faktor yang mempengaruhi minat milenial terhadap boba vs kopi di kota Medan. *Journal of Business and Economics Research*. 1(2):80-86.
- Darni, L. 2018. Uji organoleptik jalangkote ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) sebagai upaya diversifikasi pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*. 3(1):9-15.
- Diana, A dan Retno D, U. 2016. Penerapan metode *analytical hierarchy process* (AHP) dalam sistem penunjang keputusan pemilihan vendor desain grafis. *Jurnal Telematika MKOM*. 8(2):97-106.
- Direktorat Budidaya Kacang dan Umbi. 2021. *Petunjuk Pelaksanaan Pengelolaan Produksi Aneka Kacang dan Umbi*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Dwi, E., Faridah, A., dan Ernawati. 2019. Pengembangan produk salak luak dengan teknik gelatinisasi. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*. 8(2):259-267.
- Eliasson, A. C. 2004. *Starch in Food*. Woodhead Publishing Limited Cambridge England.
- Fen, H. L. 2007. *Physicochemical and Functional Properties of Enzyme Modified Tapioca Starches*. (Thesis). Faculty of Sains. University Sains Malaysia.

- Finatsiyatull, D. R. 2021. *Modifikasi Pati dari Umbi-Umbian Lokal dan Aplikasinya untuk Produk Pangan*. CV. Putra Media. Surabaya.
- Genisa, J., Sukendar, J., Langkong, dan Abdullah, N. 2015. Analog bakso sehat dari protein kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*). *Jurnal AgriTechno*. 8(1):1-9.
- Ginting, E dan Satya, S. A. 2002. Pengaruh varietas dan cara pengolahan terhadap mutu susu kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 21(2):48-57.
- Gumilar, J., Rachmawan, O., dan Nurdiyanti, W. 2011. Kualitas fisikokimia nugget ayam yang menggunakan filer tepung suweg (*Amorphophallus campanulatus B1*). *Jurnal Fakultas Peternakan*. 2(1):1-5.
- Hardoko., Tefvina, I. S., dan Nuri, A. A. 2013. Karakteristik kwetiau yang ditambah tepung tapioka dan rumput laut *gracilaria gigas harvey*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 18(2):1-11.
- Haryono, B dan Dina, K. 2013. *Seri Tanaman Bahan Baku Industri Kacang Hijau*. Trisula Adisakti. Jakarta.
- Hee-Joung, A. 2005. Effects of Ozonation and Addition of Amino Acids on Properties of Rice Starches. (Dissertation). Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. USA.
- Herawati, H. 2011. Potensi pengembangan produk pati tahan cerna sebagai pangan fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*. 30(1):31-39.
- Hermina, A. J., Yuliana, I., dan Binalopa, T. 2022. Penentuan perlakuan terbaik formulasi sari buah buni sebagai minuman fungsional menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). *Jurnal Teknologi Dewantara*. 3(1):5-9.
- Hernawan, E dan Meylani, V. 2016. Analisis karakteristik fisikokimia beras putih, beras merah, dan beras hitam (*Oryza sativa L.*, *Oryza nivara* dan *Oryza sativa L. indica*). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 15(1):79-91.
- Kharisma, H., Mahadi, I., dan Darmawati. 2015. Pengembangan LKS SMA pada materi bioteknologi konvensional melalui eksperimen pembuatan tempe menggunakan berbagai jenis kacang. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Keguruan dan Ilmu Pendidikan*. 2(2):1-10.
- Kusnandar, F. 2011. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat. Jakarta.

- Lestari, D. W. 2013. Pengaruh Substitusi Tepung Tapioka Terhadap Tekstur dan Nilai Organoleptik Dodol Susu. (Skripsi). Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Luna, P., Herawati, H., Widowati S., dan Prianto, A. B. 2014. Pengaruh kandungan amilosa terhadap karakteristik fisik dan organoleptik nasi instan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12(1):1-10.
- Merdiyanti. 2008. Paket Teknologi Pembuatan Mi Kering dengan Pemanfaatan Bahan Baku Tepung Jagung. (Skripsi). IPB. Bogor.
- Min, J. E., Green, D. B., and Kim, L. 2017. Calories and sugars in boba milk tea: implications for obesity risk in Asian Pacific Islanders. *Food Science & Nutrition*. 5(1):38-45.
- Mubarak, A. E. 2005. Nutritional Composition and Antinutritional Factors of Mung Bean Seeds (*Phaseolus aureus*) as Effected by Some Home Traditional Processes. *Food Chemistry*. 89(4):489-495.
- Nadimin., Ayu, D., dan Rauf, S. 2012. Daya terima konsumen terhadap dodol multi gizi. *Media Gizi Pangan*. 13(1):30-35.
- Nakata, T., Takashi, M., Nakatani, R., Kuramitsu, M., Tamura and Okai, H. 1995. Role of basic and acidic fragments in delicious peptides (Lys-GlyAsp-Glu-Glu-Ser-Leu-Ala) and taste behaviour of sodium and pottasium salts in acidic oligopeptides. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*. 59(4): 689-693.
- Ningsih, P. 2009. Karakteristik Protein dan Asam Amino Kijing Lokal (*Pilsbryoconcha exilis*) dari Situ Gede Bogor Akibat Proses Pengukusan. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nishiba, Y., Furata, M., Hajika, K., Igita and Suda, I. 1995. Hexanal accumulation and DETBA value in homogenate of soybean seeds lacking two or three lipoxygenase isozymes. *Journal Agriculture Food Chem*. 33:738-741.
- Nur, Y. A., Rachmawati. D.A., dan Rahardian. D.A. 2014. Formulasi dan kajian karakteristik nasi jagung (*Zea mays L.*) instan yang disubstitusikan tepung kacang hijau (*Phaseolus radiatus*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(1):84-95.
- Oluwamukomi, M. O., Oluwalana, I. B., and Akinbowale, O. F. 2011. Physicochemical and sensory properties of wheat-cassava composite biscuit enriched with soy flour. *African Journal of Food Science*. 5(2):50-56.

- Pangestuti. 2010. Karakterisasi tapioka dari beberapa varietas ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*). (Thesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Permatasari, N. 2007. Karakterisasi Pati Jagung Varietas Unggul Nasional (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pettus, T. R. R. 2013. *Techniques in Organic Chemistry*. Department of Chemistry and Biochemistry. UC Santa Barbara. California.
- Princessia, C. 2021. Inovasi Pembuatan Boba (*bubble pearl*) dengan Substitusi Tepung Ubi Ungu (*Ipomea batatas L.*) dan Sari Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*). (Skripsi). Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Prudential., Agustinus, E., dan Yuwono, J. 2019. *Boba Si Manis Yang Memanjakan*. PT. Eastspring Investments. Jakarta.
- Raharja, K. T., Chabibah, A. N., Sudarmayasa, I.W., dan Romadhoni, I. F. 2020. Pembuatan boba kopi biji salak sebagai pangan fungsional sumber antioksidan. *Journal Technology*. 9(1):7-13.
- Rahman, M. A. 2007. Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tapioka dan Mocaf (*Modified cassava flour*) sebagai Penyalut Kacang pada Produk Kacang Salut. (Skripsi). IPB. Bogor.
- Rakhmawati, N., Sigit, B., dan Praseptiangga, D. 2014. Formulasi dan evaluasi sifat sensoris dan fisikokimia produk flakes komposit berbahan dasar tepung tapioka, tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dan tepung konjac (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 3(1):63-73.
- Ramadhaningtyas, V., Kawiji., dan Widowati, E. 2021. Pengaruh penambahan tepung beras hitam (*Oryza sativa L. indica*) terhadap mutu sensoris, kimia, mikrobiologi, dan umur simpan boba (*bubble pearl*). *Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021*. 5(1):1012-1023.
- Rohmawati, N., Kurnianingtyas, A., dan Ramani, A. 2014. Pengaruh penambahan tepung kacang merah terhadap daya terima, kadar protein, dan kadar serat pada bakso jantung pisang. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 2(3):465-491.
- Rosita, A., Martono, Y., dan Samuel, F. 2020. Identifikasi kualitas beras putih (*Oryza sativa L.*) berdasarkan kandungan amilosa dan amilopektin di pasar tradisional “Selepan” Kota Salatiga. *Jurnal Ilmiah Multi Sciences*. 12(1):24-30.

- Satmalawati, E. M., Pranoto, Y., Marseno, D. W., and Marsono, Y. 2020. Oxidation of cassava starch at different dissolved ozone concentration: effect on functional and structural properties. *Food Research*. 4(6):1896-1904.
- Sinuhaji, N. 2017. Analisis pengolahan tebu menjadi gula kristal putih menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis matlab. *Majalah Ilmiah Politeknik Mandiri Bina Prestasi*. 6(2):230-239.
- Sriyanto dan Apriyanto, M. 2014. Substitusi tepung terigu dengan tepung kacang hijau dalam pengolahan mie kering. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 3(2):32-42
- Susi. 2012. Komposisi kimia dan asam amino pada tempe kacang nagara (*Vigna unguiculata ssp. cylindrica*). *Jurnal Agroscientiae*. 19(1): 28-36.
- Tako, M., Tamaki, Y., Teruya, T., and Takeda, Y. 2014. The principles of starch gelatinization and retrogradation. *Journal Food and Nutritional Science*. 5(3):280-291.
- Tala, Z. Z. 2009. *Manfaat Serat Bagi Kesehatan*. Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Tamtarani dan Yuwanti, S. 2005. Pengaruh penambahan koro-koroan terhadap sifat fisik dan sensori flake ubi jalar. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 6(3):187-192.
- Thi Hong, T. L., Nguyen Phuong, L. T., Nguyen Quynh, N., Nguyen Thi, T., Ho Thi, T. T., Nguyen Thi, L., Nguyen Van, K., and Nguyen Thanh, T. 2020. Evaluation of reaction conditions for carboxymethylation of mung bean starch using monochloroacetic acid. *Journal of Science Technology and Food*. 20(3):37-46.
- Tiwari and Brijesh, K. 2011. *Pulse Foods Processing, Quality, And Nutraceutical Applications*. Elsevier. San Diego.
- TKPI. 2017. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat. Direktorat Gizi Masyarakat. Jakarta.
- Triwitono, P., Marsono, Y., Murdiati, A., dan Wiseso, D. M. 2017. Isolasi dan karakterisasi sifat pati kacang hijau (*Vigna radiata L.*) beberapa varietas lokal Indonesia. *AGRITECH*. 37(2):192-198.
- United States Department of Agriculture. 2019. *National Nutrient Database for Standard Tapioca, Pearl, Dry*. The national Agricultural Library.

- Utafiyani., Luh Ni, A., dan Gusti, I. 2018. Pengaruh perbandingan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) dan terigu terhadap karakteristik bakso analog. *Jurnal ITEPA*. 7(1):12-22.
- Wenhao Li, Chang, S., Zhang, P., and Shen, Q. 2011. Properties of starch separated from ten mung bean varieties and seeds processing characteristics. *Journal of Food Bioprocess Technology*. 4(1): 814-821.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yusuf. 2014. Pemanfaatan kacang hijau sebagai pangan fungsional mendukung diversifikasi pangan di Nusa Tenggara Timur. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Hlm 741-746.
- Zuhrina. 2011. Pengaruh Penambahan Tepung Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) terhadap Daya Terima Kue Donat. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara. Medan.