

**KADAR SERAT, AKTIVITAS AIR, WARNA, DAN ORGANOLEPTIK
BROWNIES CRISPY DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG AMPAS TAHU**

SKRIPSI

Oleh

ATHIFAH EKA AMILIA



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

**KADAR SERAT, AKTIVITAS AIR, WARNA, DAN ORGANOLEPTIK
BROWNIES CRISPY DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG AMPAS TAHU**

Oleh

ATHIFAH EKA AMILIA
NIM : 23020122120035

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pangan pada Program Studi S-1 Teknologi Pangan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Athifah Eka Amilia
NIM : 23020122120035
Program Studi : S-1 Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **Kadar Serat, Aktivitas Air, Warna, dan Organoleptik *Brownies Crispy* dengan Substitusi Tepung Ampas Tahu** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing, yaitu: **drh. Siti Susanti, Ph.D.** dan **Masagus Haidir Tamimi, S.T.P., M.Sc.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik, maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, Juni 2026

Penulis,



Athifah Eka Amilia

Mengetahui,

Pembimbing Utama



drh. Siti Susanti, Ph.D.

Pembimbing Anggota



Masagus Haidir Tamimi, S.T.P., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : KADAR SERAT, AKTIVITAS AIR, WARNA, DAN ORGANOLEPTIK BROWNIES CRISPY DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG AMPAS TAHU

Nama Mahasiswa : ATHIFAH EKA AMILIA

Nomor Induk Mahasiswa : 23020122120035

Program Studi/Departemen : S-1 TEKNOLOGI PANGAN/PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

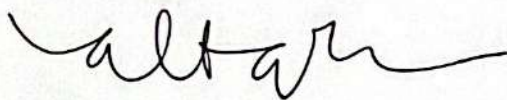
Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **16 JUN.. 2026**

Pembimbing Utama



drh. Siti Susanti, Ph.D.

Ketua Program Studi

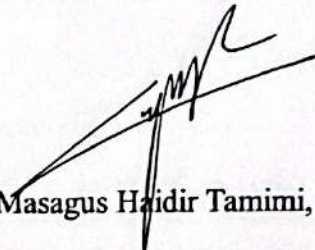


Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.



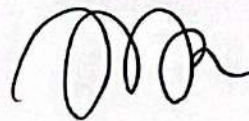
Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota



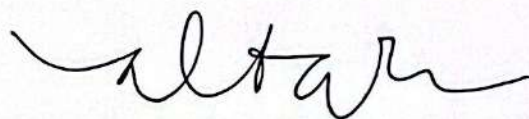
Masagus Haidir Tamimi, S.T.P., M.Sc.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Swastika Dewi, S.T.P., M.Sc.

Ketua Departemen



Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

RINGKASAN

ATHIFAH EKA AMILIA. 23020122120035. 2026. Kadar Serat, Aktivitas Air, Warna, dan Organoleptik *Brownies Crispy* dengan Substitusi Tepung Ampas Tahu. (Pembimbing: **SITI SUSANTI** dan **MASAGUS HAIDIR TAMIMI**).

Brownies crispy merupakan salah satu produk *bakery* yang memiliki karakteristik tekstur renyah, tipis, dan kering dengan cita rasa coklat yang khas. Produk ini umumnya dibuat melalui proses pemanggangan untuk menghasilkan tekstur renyah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui substitusi tepung ampas tahu terhadap kadar serat, aktivitas air, warna, dan organoleptik *brownies crispy*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan tepung ampas tahu sebagai bahan substitusi untuk meningkatkan nilai gizi khususnya serat, dan sebagai upaya pengembangan produk pangan inovatif berbasis bahan lokal yang lebih sehat dan berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan pada bulan September hingga Desember 2025 di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, serta Laboratorium Sensoris, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Pengujian kadar serat dilakukan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Yogyakarta.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 5 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan adalah perbedaan persentase substitusi tepung terigu dengan tepung ampas tahu yaitu substitusi tepung ampas tahu sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dengan parameter yang diuji adalah kadar serat, aktivitas air, warna, dan organoleptik. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan bantuan aplikasi SPSS 26.0 menggunakan taraf signifikansi 5%, dan apabila terdapat perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Data organoleptik dianalisis menggunakan uji *Kruskall-Wallis*, apabila terdapat perbedaan signifikan maka dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Sementara itu, data kadar serat dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan substitusi tepung ampas tahu meningkatkan kadar serat dari 6,91 menjadi 10,29, serta menurunkan aktivitas air dari 0,12 menjadi 0,07. Substitusi tepung ampas tahu juga mempengaruhi karakteristik warna dan atribut organoleptik *brownies crispy*. Perlakuan terbaik diperoleh pada substitusi 30% tepung ampas tahu dengan kadar serat 9,33%, aktivitas air 0,08, warna L^* 23,68, a^* 2,95, dan b^* 1,78, serta menghasilkan karakteristik sensori yang paling disukai secara keseluruhan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta kesempatan yang diberikan, sehingga skripsi yang berjudul “Kadar Serat, Aktivitas Air, Warna, dan Organoleptik *Brownies Crispy* dengan Substitusi Tepung Ampas Tahu.” ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Dengan penuh hormat dan rasa syukur, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu drh. Siti Susanti, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama, serta Bapak Masagus Haidir Tamimi, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah dengan sabar memberikan arahan, masukan, kritik, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi. Segala bimbingan yang diberikan menjadi bekal berharga bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, yang telah menerima penulis menjadi mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, sekaligus menyediakan fasilitas pembelajaran yang baik, memadai, dan mendukung selama perkuliahan.
3. Bapak Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D., selaku Ketua Departemen Pertanian sekaligus Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, yang telah memberikan kontribusi penting selama perkuliahan.
4. Bapak Dr. Ir. Antonius Hintono, M.P., selaku Dosen Wali penulis hingga masa purna tugas, yang telah menjadi penuntun dan pemberi arahan sejak awal perjalanan akademik penulis, serta Ibu Ulil Afidah, S.Pt., M.Sc., selaku Dosen Wali pengganti, yang melanjutkan pendampingan pada periode akhir studi penulis.
5. Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan kritik, saran, dan masukan berharga bagi penelitian penulis, sehingga skripsi ini dapat tersusun menjadi lebih baik.

6. Panitia Ujian Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan kritik, saran, dan masukan berharga bagi penelitian penulis, sehingga skripsi ini dapat tersusun menjadi lebih baik.
7. Seluruh civitas akademika Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, atas ilmu, pengalaman, bantuan, serta dukungan yang diberikan kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
8. Bapak Sukarsono dan Ibu Wasmiyati, selaku orang tua tercinta, serta adik tersayang Muhammad Delfa Satria, yang tidak pernah lelah mendoakan, menguatkan, dan memberikan kasih sayang tanpa batas. Setiap doa, pengorbanan, dan dukungan yang diberikan menjadi sumber kekuatan terbesar bagi penulis dalam melewati setiap proses hingga mampu menyelesaikan perkuliahan ini.
9. Keluarga besar Bapak Ngatmin dan Ibu Ngaminah, yang selalu membantu, mendoakan, dan mendukung penulis baik secara moral maupun material selama masa perkuliahan.
10. Rekan-rekan Fekfren yaitu Saudari Dania Rahma Anandini, Nailah Salma Razita, Nur Laely Fatimatuz Zahara, dan Zahra Nafizha Amani, yang dengan kebersamaan, tawa, dan dukungan tulusnya menjadi penguat bagi penulis selama menjalani perkuliahan dan penyusunan skripsi ini
11. Lee Jenso dan Na Jaemin, sebagai bagian dari grup NCT Dream yang membentuk sub unit, melalui karya, semangat, dan dedikasinya secara tidak langsung menjadi penyemangat penulis. Kehadiran mereka dan karya yang dihasilkan mampu menghadirkan energi positif serta motivasi di tengah lelah dan proses penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini dengan baik.
12. Saudari Julia Dian Khanisah, selaku rekan penelitian yang setia berbagi proses, berdiskusi, dan memberikan dukungan hingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
13. Saudari Tifany Amelya Adista, selaku rekan Kos Anindya yang telah banyak membantu, memberikan semangat, dukungan, masukan, serta menemani penulis dalam suka maupun duka selama masa perkuliahan.

14. Rekan-rekan 43dumpsies, selaku teman satu tim KKN sekaligus keluarga baru, yang senantiasa memberikan semangat, hiburan, dan dukungan tulus, sehingga masa KKN hingga akhir perkuliahan menjadi pengalaman yang indah dan penuh kesan bagi penulis.
15. Rekan-rekan Asturo yaitu Saudari Abidah Ardelia Kinaryuda, Annisa Cahya Noverianti, dan Avita Handayani, yang sejak masa SMA hingga saat ini senantiasa hadir sebagai tempat berbagi cerita dan keluh kesah, saling memberi dukungan, serta menemani penulis dalam suka dan duka.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan doa, bantuan, serta dukungan kepada penulis dengan caranya masing-masing pada masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Penyusunan skripsi ini tidak sekadar menjadi bagian dari proses akademik, melainkan perjalanan pembelajaran yang penuh makna. Setiap hambatan, koreksi, maupun dukungan yang hadir selama penelitian telah mengajarkan penulis bahwa ilmu bukan hanya kumpulan teori, tetapi juga sebuah latihan kesabaran, ketekunan, dan tanggung jawab. Lebih dari sekadar dokumen akademik, karya ini menjadi catatan atas proses panjang pembelajaran yang membentuk penulis dalam berpikir kritis dan sistematis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik nyata di bidang Teknologi Pangan, serta dapat menjadi pijakan bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menjadi karya yang bernilai, tidak hanya sebagai syarat akademik, tetapi juga sebagai kontribusi kecil dalam perjalanan panjang dalam menuntut dan mengamalkan ilmu pengetahuan.

Semarang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>Brownies Crispy</i>	4
2.2. Bahan Pembuatan <i>Brownies Crispy</i>	6
2.3. Karakteristik <i>Brownies Crispy</i> Substitusi Tepung Ampas Tahu	11
BAB III. MATERI DAN METODE	15
3.1. Materi Penelitian	15
3.2. Metode Penelitian	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Kadar Serat <i>Brownies Crispy</i>	26
4.2. Aktivitas Air <i>Brownies Crispy</i>	28
4.3. Warna <i>Brownies Crispy</i>	30
4.4. Organoleptik <i>Brownies Crispy</i>	33
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1. Simpulan.....	39
5.2. Saran	39

DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	47
RIWAYAT HIDUP	68

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Syarat Mutu Biskuit Berdasarkan SNI 2973:2022	5
2.	Komposisi Gizi Tepung Ampas Tahu	7
3.	Komposisi Bahan Pembuatan <i>Brownies Crispy</i>	21
4.	Skala Penilaian Organoleptik <i>Brownies Crispy</i>	24
5.	Hasil Analisis Aktivitas Air <i>Brownies Crispy</i>	29
6.	Hasil Analisis Warna <i>Brownies Crispy</i>	31
7.	Hasil Pengujian Organoleptik Rasa <i>Brownies Crispy</i>	33
8.	Hasil Pengujian Organoleptik Aroma <i>Brownies Crispy</i>	35
9.	Hasil Pengujian Organoleptik Tekstur <i>Brownies Crispy</i>	36
10.	Hasil Pengujian Organoleptik <i>Overall Brownies Crispy</i>	37

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor		Halaman
1.	Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Ampas Tahu	19
2.	Diagram Alir Proses Pembuatan <i>Brownies Crispy</i>	20
3.	Diagram Batang Kadar Serat <i>Brownies Crispy</i>	26
4.	Visualisasi Warna Produk <i>Brownies Crispy</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Formulir Uji Organoleptik <i>Brownies Crispy</i>	47
2.	Data Lengkap Kadar Serat <i>Brownies Crispy</i>	48
3.	Data Lengkap Aktivitas Air <i>Brownies Crispy</i>	49
4.	Data Lengkap Warna <i>Brownies Crispy</i>	50
5.	Data Lengkap Organoleptik <i>Brownies Crispy</i>	51
6.	Hasil Analisis Statistik Aktivitas Air <i>Brownies Crispy</i>	56
7.	Hasil Analisis Statistik Warna <i>Brownies Crispy</i>	57
8.	Hasil Analisis Uji <i>Kruskall-Wallis Brownies Crispy</i>	58
9.	Hasil Analisis Uji <i>Mann-Whitney Brownies Crispy</i>	59
10.	Dokumentasi Penelitian	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Brownies merupakan salah satu produk *bakery* berbahan dasar tepung terigu, gula, lemak, telur, dan cokelat, yang memiliki tekstur lembut dan padat, serta cita rasa manis khas cokelat. Salah satu inovasi *brownies* yang banyak diminati adalah *brownies crispy*, yaitu *brownies* yang memiliki tekstur renyah dan rasa cokelat yang dominan. Secara umum, *brownies crispy* mengandung protein, lemak, dan karbohidrat yang berasal dari bahan penyusunnya, namun kandungan serat pada produk ini relatif rendah karena sebagian besar formulanya masih didominasi oleh tepung terigu. Sebagai salah satu produk *bakery* yang populer, *brownies* memiliki peluang yang cukup besar untuk dikembangkan melalui pemanfaatan bahan lokal sebagai bahan substitusi tepung terigu untuk meningkatkan nilai gizi (Sambac *et al.*, 2025). Upaya tersebut penting dilakukan mengingat serat pangan berperan dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan, mengontrol kadar gula darah, meningkatkan rasa kenyang, serta menurunkan risiko berbagai penyakit degeneratif seperti obesitas, diabetes melitus tipe 2, dan penyakit jantung koroner (Sutrio *et al.*, 2025). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengembangan *brownies crispy* yang tidak hanya mempertahankan karakteristik sensorisnya, tetapi juga memiliki nilai gizi yang lebih baik melalui peningkatan kandungan serat pangan.

Salah satu alternatif bahan yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kandungan serat pada produk pangan adalah ampas tahu. Ampas tahu merupakan hasil samping dari proses pembuatan tahu yang ketersediaannya melimpah di Indonesia, yaitu sekitar satu juta ton ampas tahu yang dihasilkan oleh sekitar 84.000 industri tahu di Indonesia, namun pemanfaatannya masih terbatas (Ginting *et al.*, 2024). Meskipun sering dianggap sebagai limbah, ampas tahu masih mengandung berbagai zat gizi dan komponen bioaktif, seperti serat pangan, protein, lemak, dan mineral yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi pada produk *bakery* (Nurasyifa *et al.*, 2024). Selain dapat meningkatkan kandungan serat produk, pemanfaatan ampas tahu juga mendukung upaya pengurangan limbah agroindustri dan pengembangan pangan berkelanjutan. Oleh karena itu, ampas tahu dipilih sebagai bahan substitusi dalam penelitian ini untuk menghasilkan *brownies crispy* dengan nilai gizi yang lebih baik.

Pemanfaatan ampas tahu dalam produk pangan umumnya dilakukan dalam bentuk tepung karena memiliki daya simpan yang lebih panjang dan lebih fleksibel untuk diformulasikan ke dalam berbagai produk pangan (Simanullang *et al.*, 2023). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Inayah *et al.* (2025) menunjukkan bahwa penggunaan tepung ampas tahu pada produk *bakery* dapat meningkatkan kandungan serat produk, meskipun mempengaruhi karakteristik fisik seperti warna. Penelitian tersebut masih banyak difokuskan pada produk *bakery* bertekstur lunak, seperti *brownies* kukus dan *cookies*, sedangkan penelitian pada *brownies crispy* masih terbatas, terutama yang mengkaji kadar serat, aktivitas air, warna, dan organoleptik secara bersamaan. Parameter-parameter tersebut penting untuk

mendesripsikan karakteristik gizi, fisik, dan organoleptik *brownies crispy* yang dihasilkan.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui substitusi tepung ampas tahu terhadap kadar serat, aktivitas air, warna, dan organoleptik *brownies crispy*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai substitusi tepung ampas tahu yang dapat digunakan tanpa mengurangi kualitas *brownies crispy* sekaligus meningkatkan nilai gizinya. Selain itu, penelitian ini diharapkan menjadi acuan untuk pengembangan produk pangan inovatif berbasis bahan lokal, mendukung diversifikasi pangan, dan mendorong pemanfaatan limbah agroindustri tahu menjadi produk yang lebih bernilai ekonomi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Brownies Crispy*

Brownies crispy merupakan salah satu varian produk *brownies* yang memiliki karakteristik tekstur renyah dengan cita rasa coklat yang dominan. Produk ini umumnya terbuat dari bahan dasar berupa tepung terigu, gula, margarin, telur, dan coklat yang dicampur hingga homogen, kemudian dicetak tipis dan dipanggang pada suhu tinggi untuk menghasilkan lapisan luar yang kering serta renyah dengan rasa coklat yang pekat (Mulyanto *et al.*, 2020). Warna coklat kehitaman pada *brownies crispy* terbentuk dari pigmen alami coklat serta reaksi *maillard* yang terjadi selama proses pemanggangan. Reaksi tersebut juga berperan dalam pembentukan aroma khas serta kekayaan cita rasa coklat yang menjadi daya tarik utama produk. Kombinasi bahan seperti margarin dan telur juga memperkuat aroma harum khas *brownies*, sedangkan keseimbangan antara rasa manis dan pahit coklat memberikan sensasi cita rasa yang khas. Tekstur renyah di bagian luar dan sedikit padat di bagian dalam membedakan *brownies crispy* dari varian *brownies* lainnya seperti *fudgy brownies* yang lembab atau *brownies kukus* yang lebih empuk (Karimah *et al.*, 2024).

Proses pembuatan *brownies crispy* pada prinsipnya melibatkan beberapa tahapan utama, yaitu pelelehan bahan lemak dan coklat, pencampuran bahan (*mixing*), pencetakan adonan secara tipis, pemanggangan (*baking*), pendinginan (*cooling*), pemotongan dan pengemasan. Selama proses pemanggangan, kadar air

dalam adonan akan menurun sehingga menghasilkan tekstur renyah yang menjadi ciri khas *brownies crispy* (Alfiyani *et al.*, 2019). Faktor-faktor seperti suhu pemanggangan, waktu pemanggangan, dan komposisi bahan sangat mempengaruhi kualitas akhir *brownies crispy*, baik dari segi tekstur, warna, rasa, maupun aroma (Japira *et al.*, 2025). Hingga saat ini belum terdapat Standar Nasional Indonesia (SNI) khusus yang mengatur mutu *brownies crispy*. Oleh karena itu, penilaian mutu dan keamanan produk dapat mengacu pada SNI 2973:2022 tentang biskuit, dengan persyaratan mutu yang tercantum pada Tabel 1, memuat persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologis untuk menjamin kualitas dan keamanan produk pangan sejenis yang diproses melalui pemanggangan. Berdasarkan standar tersebut, *brownies crispy* diharapkan tidak hanya memiliki karakteristik sensoris yang baik seperti rasa khas coklat dan manis, serta tekstur renyah, tetapi juga memenuhi aspek kimia dan mikrobiologis yang aman bagi konsumen.

Tabel 1. Syarat Mutu Biskuit Berdasarkan SNI 2973:2022

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Warna	-	normal
1.2	Bau	-	normal
1.3	Rasa	-	normal
2	Kadar air (b/b)	fraksi massa. %	maks. 5
3	Abu tidak larut dalam asam	fraksi massa. %	maks. 0,1
4	Protein (N x 5,7)	fraksi massa. %	min. 4,5 min. 4,1 ¹⁾ min. 2,7 ²⁾
5	Bilangan asam	Mg KOH/g lemak	maks. 2,0
6	Cemaran logam berat		
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,5
6.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
6.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
6.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
6.5	Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,50

Catatan:

¹⁾ untuk produk biskuit yang dicampur dengan pengisi dalam adonan, contoh: biskuit *chocochips*

²⁾ untuk produk biskuit salut, biskuit lapis/sandwich, biskuit yang diberi pengisi (*filling*), dan pai.

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2022.

2.2. Bahan Pembuatan *Brownies Crispy*

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *brownies crispy* terdiri atas bahan utama dan bahan tambahan yang berperan dalam membentuk karakteristik fisik maupun sensoris produk akhir. Bahan utama meliputi tepung terigu dan cokelat batang, serta bahan tambahan yang meliputi tepung ampas tahu, margarin, gula, dan telur. Setiap bahan memiliki fungsi dan peran tersendiri dalam menentukan karakteristik fisik, kimia, dan sensoris produk *brownies crispy*.

2.2.1. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan utama dalam pembuatan produk *bakery* termasuk *brownies crispy* karena berfungsi sebagai sumber pati dan protein yang membentuk gluten. Gluten terbentuk dari interaksi protein glutenin dan gliadin dengan air, yang berperan dalam membentuk struktur dan karakteristik tekstur produk (Indriyati, 2023). Berdasarkan kadar proteinnya, tepung terigu dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu tepung terigu protein tinggi (*hard flour*), sedang (*medium hard flour*), dan rendah (*soft flour*). Tepung terigu protein sedang memiliki kadar protein sekitar 9,5-11% yang umum digunakan pada produk *bakery* seperti kue, *pastry*, *cookies*, dan *brownies* karena mampu menghasilkan tekstur stabil dan renyah (Raihan dan Makkiyah, 2024). Penggunaan tepung terigu pada formulasi *brownies crispy* yaitu untuk menghasilkan tekstur akhir yang renyah, padat, dan kering sesuai dengan karakteristik produk. Selain itu, tepung terigu berpotensi disubstitusi dengan bahan lokal seperti tepung ampas tahu untuk meningkatkan nilai gizi dan mendukung diversifikasi pangan berbasis bahan baku lokal.

2.2.2. Tepung Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan hasil samping dari proses produksi tahu yang jumlahnya melimpah di Indonesia dan masih mengandung berbagai zat gizi, terutama protein, serat pangan, lemak, karbohidrat, dan mineral. Kandungan gizi dalam 100 gram ampas tahu dapat ditemukan sekitar 17,4 gram protein, 5,9 gram lemak, 67,5 gram karbohidrat, dan 4,3 gram mineral (Siregar *et al.*, 2023). Kandungan gizi tersebut menjadikan ampas tahu berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi dalam berbagai produk pangan. Namun, ampas tahu memiliki kadar air yang tinggi sehingga mudah rusak dan memiliki daya simpan yang relatif pendek. Oleh karena itu, ampas tahu dapat diolah menjadi tepung untuk memperpanjang umur simpan dan mempermudah pengaplikasiannya dalam formulasi pangan. Tepung ampas tahu diketahui memiliki kandungan serat pangan yang tinggi, yaitu sekitar 56,6% per 100 gram, dan komposisi gizinya secara lebih lengkap disajikan pada Tabel 2 (Kamble dan Rani, 2020). Oleh karena itu, tepung ampas tahu berpotensi digunakan pada produk *brownies crispy* untuk meningkatkan nilai gizi sekaligus mendukung pemanfaatan hasil samping agroindustri.

Tabel 2. Komposisi Gizi Tepung Ampas Tahu

Parameter	Kadar
Kelembaban (%)	4,71
Abu (%)	6,36
Lemak (%)	16,29
Protein (%)	33,53
Serat Kasar (%)	36,32
Total Serat Pangan (%)	56,6
Serat Pangan Tidak Terlarut (%)	42,0
Serat Pangan Terlarut (%)	14,6
Kalsium (mg/100 mg)	0,32
Zat Besi (mg/100 mg)	0,62
Tembaga (mg/100 mg)	0,10

Sumber: Kamble dan Rani, 2020.

2.2.3. Cokelat Batang

Cokelat batang merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan *brownies crispy* yang berperan dalam membentuk warna, rasa, aroma, dan tekstur produk. Cokelat batang dihasilkan dari pengolahan biji kakao yang difermentasi maupun tanpa fermentasi, yang mempengaruhi pembentukan aroma dan rasa khas cokelat (Oba *et al.*, 2023). Berdasarkan komposisinya, cokelat batang dibedakan menjadi 2 yaitu cokelat *compound* dan cokelat *couverture*. Selama proses pemanggangan, gula dan senyawa kakao mengalami reaksi *maillard* yang menghasilkan warna lebih gelap dan aroma cokelat yang khas. Kualitas dan jenis cokelat batang yang digunakan dapat mempengaruhi karakteristik *brownies crispy* yang dihasilkan. Menurut Oktavia *et al.* (2023), cokelat *compound* cenderung menghasilkan warna yang lebih gelap dan pekat, sedangkan cokelat *couverture* menghasilkan warna yang lebih terang serta sensasi leleh yang lebih lembut. Oleh karena itu, cokelat *compound* lebih banyak digunakan dalam produk bakery karena lebih praktis dan stabil selama proses pengolahan.

2.2.4. Margarin

Margarin merupakan sumber lemak nabati yang banyak digunakan dalam produk *bakery* karena berperan dalam membentuk tekstur, cita rasa, dan kualitas produk. Lemak pada margarin dapat melapisi protein dan pati pada tepung sehingga menghambat pembentukan gluten yang berlebihan dan menghasilkan tekstur adonan yang lebih lunak (Dhal *et al.*, 2023). Kondisi tersebut berkontribusi terhadap terbentuknya tekstur yang lebih renyah setelah pemanggangan. Hal ini

sependapat dengan Medho *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa margarin berperan dalam menghasilkan tekstur yang renyah dan tidak keras. Selain itu, margarin memberikan kontribusi terhadap cita rasa dan aroma khas, serta memberikan warna kuning pucat akibat kandungan pigmen β -karoten yang terdapat pada margarin. Oleh karena itu, penggunaan margarin yang tepat diperlukan untuk menghasilkan *brownies crispy* dengan karakteristik tekstur dan mutu yang baik.

2.2.5. Bubuk Kakao (*Cocoa Powder*)

Bubuk kakao atau *cocoa powder* merupakan produk berbentuk bubuk halus yang diperoleh dari pasta kakao setelah sebagian besar lemak kakaonya dipisahkan melalui proses pengepresan. Proses produksi bubuk kakao dimulai dari pembersihan (*cleaning*), sortasi, pemecahan dan pemisahan kulit (*winnowing*), fermentasi, pengeringan, pemanggangan (*roasting*), alkalisasi, pengepresan, dan penggilingan. Tahap fermentasi menjadi tahap krusial karena menentukan pembentukan senyawa pendahulu yang membentuk warna, aroma, dan cita rasa khas kakao (Rucitra *et al.*, 2025). Secara kimia, bubuk kakao mengandung lemak kakao, polifenol, flavonoid, dan theobromine yang berkontribusi terhadap karakteristik sensori produk. Bubuk kakao dalam pengaplikasian pangan berfungsi sebagai pemberi warna cokelat, rasa, aroma, dan karakteristik sensori pada berbagai produk, sedangkan sisa lemak kakao berkontribusi terhadap tekstur dan sensasi *mouthfeel* (DwicaHYo *et al.*, 2024). Berdasarkan proses pengolahannya, bubuk kakao dibedakan menjadi *natural cocoa powder* dan *alkalized cocoa powder*

(*Dutch-processed*), sedangkan berdasarkan kadar lemak dibedakan menjadi *low-fat* (10-12%), *medium-fat* (15-18%), dan *high-fat* (> 20%).

2.2.6. Gula

Gula merupakan senyawa karbohidrat sederhana yang umumnya tersusun atas sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) dan banyak digunakan sebagai pemanis pada berbagai produk pangan. Selain memberikan rasa manis, gula berfungsi sebagai pembentuk warna, aroma, dan tekstur melalui proses karamelisasi serta reaksi *maillard* selama pemanggangan (Ridhani *et al.*, 2021). Pada pembuatan *brownies crispy*, gula halus digunakan karena mudah larut sehingga menghasilkan adonan yang lebih homogen. Ukuran partikel yang lebih halus juga berkontribusi terhadap karakteristik kerenyahan *brownies crispy*. Selain itu, gula dapat berinteraksi dengan protein, pati, dan lemak dalam adonan sehingga mempengaruhi ketersediaan air serta pembentukan struktur produk. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap terbentuknya tekstur yang lebih renyah setelah pemanggangan, serta meningkatkan mutu sensori produk (Amara dan Miensugandhi, 2024). Oleh karena itu, penggunaan gula perlu dioptimalkan untuk memperoleh tingkat kemanisan, pembentukan warna kecokelatan, dan tekstur yang sesuai pada *brownies crispy*.

2.2.7. Telur

Telur merupakan bahan pangan sumber protein hewani yang banyak digunakan dalam produk *bakery* karena berperan dalam pembentukan struktur, tekstur, serta kestabilan adonan. Komponen penyusunnya memiliki peran

fungsional yang berbeda, yaitu putih telur mengandung protein yang mengalami koagulasi selama pemanggangan sehingga memperkuat struktur produk, sedangkan kuning telur mengandung lesitin yang berfungsi sebagai emulsifier alami. Hal ini sependapat dengan Anugrahati dan Wijaya (2023) bahwa lesitin pada kuning telur berperan penting dalam meningkatkan kestabilan dan tekstur adonan. Selain itu, telur berperan sebagai pengikat serta mendukung proses aerasi karena mampu menahan dan mengikat udara ke dalam adonan (Wulandari dan Arief, 2022). Selama pemanggangan, protein telur dapat bereaksi dengan gula melalui reaksi *maillard* yang berkontribusi terhadap pembentukan warna kecokelatan dan aroma khas pada *brownies crispy*.

2.3. Karakteristik *Brownies Crispy* Substitusi Tepung Ampas Tahu

Karakteristik *brownies crispy* dengan substitusi tepung ampas tahu antara lain kadar serat, aktivitas air (a_w), warna, dan organoleptik. Beberapa karakteristik tersebut dijelaskan sebagai berikut.

2.3.1. Kadar Serat

Serat pangan atau *dietary fiber* merupakan komponen struktural tumbuhan yang tidak dapat dicerna maupun dihidrolisis oleh enzim pencernaan manusia. Berdasarkan kelarutannya, serat pangan diklasifikasikan menjadi serat terlarut dan serat tidak terlarut. Serat terlarut (*soluble fiber*) adalah serat yang dapat larut dalam air, membentuk gel, mudah difermentasi oleh mikroflora usus besar dan berperan dalam mengendalikan kadar glukosa darah dan kolesterol, sedangkan serat tidak

terlarut (*insoluble fiber*) merupakan serat yang tidak larut dalam air, tidak membentuk gel, dan sulit difermentasi oleh mikroflora usus besar, namun berfungsi meningkatkan massa feses dan memperlancar pergerakan usus (Sinulingga, 2024). Konsumsi serat pangan yang cukup memberikan berbagai manfaat kesehatan, seperti meningkatkan rasa kenyang, menurunkan kolesterol, menjaga kesehatan pencernaan, serta mendukung keseimbangan mikrobiota usus. Hal ini sependapat dengan Sinambela dan Nurjanah (2025) bahwa serat pangan berperan penting dalam menjaga kelancaran proses pencernaan dan mempertahankan kesehatan saluran pencernaan karena tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia.

Asupan serat yang cukup juga membantu pengendalian berat badan dengan meningkatkan rasa kenyang dan mengurangi keinginan untuk makan berlebihan. Hal ini sejalan dengan Ariyanto *et al.*, (2024) bahwa pangan yang tinggi serat mengandung energi yang relatif rendah sehingga dapat membantu dalam penurunan berat badan dengan meningkatkan rasa kenyang. Serat pangan juga berperan dalam menurunkan kadar kolesterol melalui mekanisme pengikatan asam empedu sehingga membantu melindungi kesehatan jantung dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Hal ini sejalan dengan Makatita (2020) bahwa serat yang tinggi dapat menurunkan kadar kolesterol jahat tanpa mengurangi kadar kolesterol baik. Keberadaan kedua jenis serat tidak hanya memberikan manfaat fisiologis dan mendukung kesehatan metabolik tetapi juga mempengaruhi karakteristik fisik produk pangan, termasuk tekstur, daya ikat air, dan kestabilan struktur selama pengolahan. Kadar serat menjadi parameter penting dalam evaluasi mutu dan nilai

kesehatan suatu produk pangan, terutama pada penelitian formulasi yang melibatkan bahan kaya serat untuk meningkatkan kualitas nutrisi produk akhir.

2.3.2. Aktivitas Air (a_w)

Aktivitas air (a_w) merupakan parameter penting dalam menentukan stabilitas pangan, terutama pada produk kering seperti *brownies crispy*. Aktivitas air berperan penting dalam menjaga kualitas produk pangan, nilai a_w yang rendah mampu memperpanjang masa simpan karena tidak mudah ditumbuhi mikroorganisme (Ulfah *et al.*, 2018). Berbeda dengan kadar air yang hanya menunjukkan jumlah total air dalam bahan, aktivitas air (a_w) menggambarkan jumlah air bebas yang tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan (Meikapasa *et al.*, 2024). Oleh karena itu, meskipun dua produk memiliki kadar air yang sama, nilai a_w yang berbeda dapat menghasilkan tingkat stabilitas dan ketahanan simpan yang berbeda pula. Nilai a_w yang rendah ($<0,6$) tidak hanya menghambat pertumbuhan mikroorganisme, tetapi juga memperlambat reaksi kimiawi seperti oksidasi dan reaksi *maillard* yang dapat mempengaruhi mutu sensoris produk.

2.3.3. Warna

Warna merupakan atribut sensoris pertama yang mempengaruhi persepsi konsumen terhadap mutu produk pangan. Pada produk *brownies crispy*, warna coklat pekat yang khas menjadi indikator kualitas yang berhubungan erat dengan penerimaan konsumen, karena perubahan warna dapat mempengaruhi rasa dan

tingkat kematangan produk. Substitusi tepung ampas tahu dalam produk *bakery* terbukti dapat menurunkan tingkat kecerahan (L^*) serta perubahan nilai kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*), sehingga berpotensi mempengaruhi daya tarik visual produk (Hulaimah, 2021). Selain itu, proses pemanggangan *brownies crispy* juga memicu terjadinya reaksi *maillard* yang berperan dalam pembentukan warna kecokelatan dan memberikan aroma khas pada produk. Hal ini sependapat dengan Irmayanti *et al.* (2023) bahwa perubahan warna produk dapat dipengaruhi oleh pigmen alami bahan, reaksi *maillard*, maupun penambahan zat warna baik alami maupun sintetik.

2.3.4. Organoleptik

Uji organoleptik merupakan metode penting yang digunakan untuk menilai karakteristik suatu produk pangan berdasarkan panca indera manusia, meliputi atribut rasa, aroma, tekstur, dan *overall* atau penerimaan keseluruhan. Proses penilaian organoleptik berawal dari penerimaan rangsangan oleh reseptor panca indera yang kemudian diteruskan melalui sistem saraf sensoris hingga terbentuk kesadaran untuk memberikan penilaian (Arziyah *et al.*, 2022). Uji organoleptik berperan penting dalam mendeskripsikan karakteristik sensoris suatu produk pangan. Menurut Lestari *et al.* (2025), uji organoleptik dapat digunakan untuk mengevaluasi mutu sensoris produk sehingga dapat diketahui karakteristik produk yang dihasilkan.

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian *brownies crispy* dengan substitusi tepung ampas tahu dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2025. Pengujian aktivitas air dan analisis warna dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan serta Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian. Uji organoleptik dilakukan di Laboratorium Sensoris, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Sementara itu, pengujian kadar serat dilakukan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Yogyakarta.

3.1. Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu bahan untuk pembuatan tepung ampas tahu dan produk *brownies crispy*. Bahan baku pembuatan tepung ampas tahu berupa ampas tahu basah yang diperoleh dari hasil samping proses pembuatan tahu di Pabrik Tahu WD. Sementara itu, bahan utama untuk pembuatan produk *brownies crispy* meliputi coklat batang (Mercolade Classic Chocolate Compound yang mengandung 50% kakao), margarin (Mother's Choice), *cocoa powder* (Windmolen yang mengandung 100% kakao), gula pasir (Rose Brand), telur ayam negeri, tepung terigu (Bogasari Segitiga Biru yang termasuk tepung terigu protein sedang), serta tepung ampas tahu. Bahan untuk pengujian kadar serat antara lain buffer fosfat pH 7, enzim α -amilase dan β -amilase, HCL 1 N, enzim pepsin 1%, NaOH 1 N, etanol, aseton, dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini juga terbagi menjadi tiga kategori, yaitu alat untuk pembuatan tepung ampas tahu dan produk *brownies crispy*, serta alat untuk pengujian parameter. Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung ampas tahu antara lain kain saring, *cabinet dryer*, blender, loyang, dan ayakan berukuran mesh 80. Alat pembuatan produk *brownies crispy* meliputi timbangan analitik, wadah *stainless steel*, talenan, pisau, sendok, spatula, *chopper*, *whisk*, kuas, *baking paper*, loyang, dan oven. Alat yang digunakan untuk pengujian kadar serat antara lain timbangan analitik, erlenmeyer, penangas air, kertas saring, oven pengering, desikator, dan aluminium foil. Pengujian parameter mutu dilakukan dengan menggunakan a_w meter (Novasina, Swiss) untuk mengukur aktivitas air, serta *color reader* (Konica Minolta, Jepang) untuk analisis warna produk.

3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari rancangan percobaan, prosedur penelitian berupa proses pembuatan tepung ampas tahu dan proses pembuatan *brownies crispy*, pengujian parameter, serta analisis data. Urutan metode tersebut diuraikan sebagai berikut.

3.2.1. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 5 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan adalah perbedaan persentase substitusi tepung ampas tahu yang mengacu pada penelitian (Fajariyanti dan Oktafa, 2022) yang telah dimodifikasi yaitu P_0 (0% tepung ampas tahu), P_1 (10% tepung ampas tahu), P_2

(20% tepung ampas tahu), P₃ (30% tepung ampas tahu), dan P₄ (40% tepung ampas tahu). Model matematis rancangan percobaan yang diterapkan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \Sigma_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} : Angka hasil pengamatan pada ulangan *brownies crispy* dengan substitusi tepung ampas tahu dari perlakuan ke-i (P₀, P₁, P₂, P₃, dan P₄) dan ulangan ke-j (1, 2, 3, 4)

μ : Nilai tengah hasil pengamatan

α_i : Pengaruh perlakuan perbedaan persentase substitusi tepung ampas tahu ke-i (P₀, P₁, P₂, P₃, dan P₄)

Σ_{ij} : Pengaruh acak atau galat perlakuan ke-i (P₀, P₁, P₂, P₃, dan P₄) dan ulangan ke-j (1, 2, 3, 4)

Hipotesis empiris yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

H₀ : Perbedaan persentase substitusi tepung ampas tahu tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas air (a_w), warna, dan organoleptik *brownies crispy*.

H₁ : Perbedaan persentase substitusi tepung ampas tahu berpengaruh nyata terhadap aktivitas air (a_w), warna, dan organoleptik *brownies crispy*.

Secara statistik, hipotesis empiris tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

H₀ : $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H₁ : $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ atau setidaknya terdapat satu perlakuan yang berpengaruh terhadap aktivitas air (a_w), warna, dan organoleptik *brownies crispy*.

Kriteria pengujian analisis statistik yang digunakan adalah sebagai berikut.

Signifikansi $\geq \alpha = 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

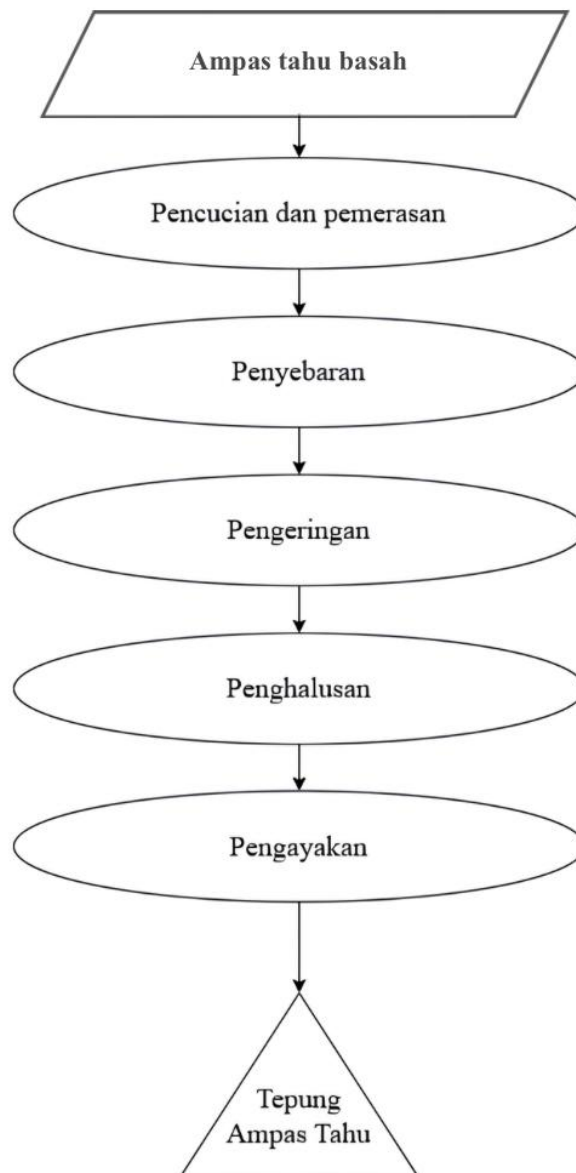
Signifikansi $< \alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

3.2.2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan terbagi menjadi dua kategori, yaitu pembuatan tepung ampas tahu dan pembuatan *brownies crispy* substitusi tepung ampas tahu.

a. Pembuatan Tepung Ampas Tahu

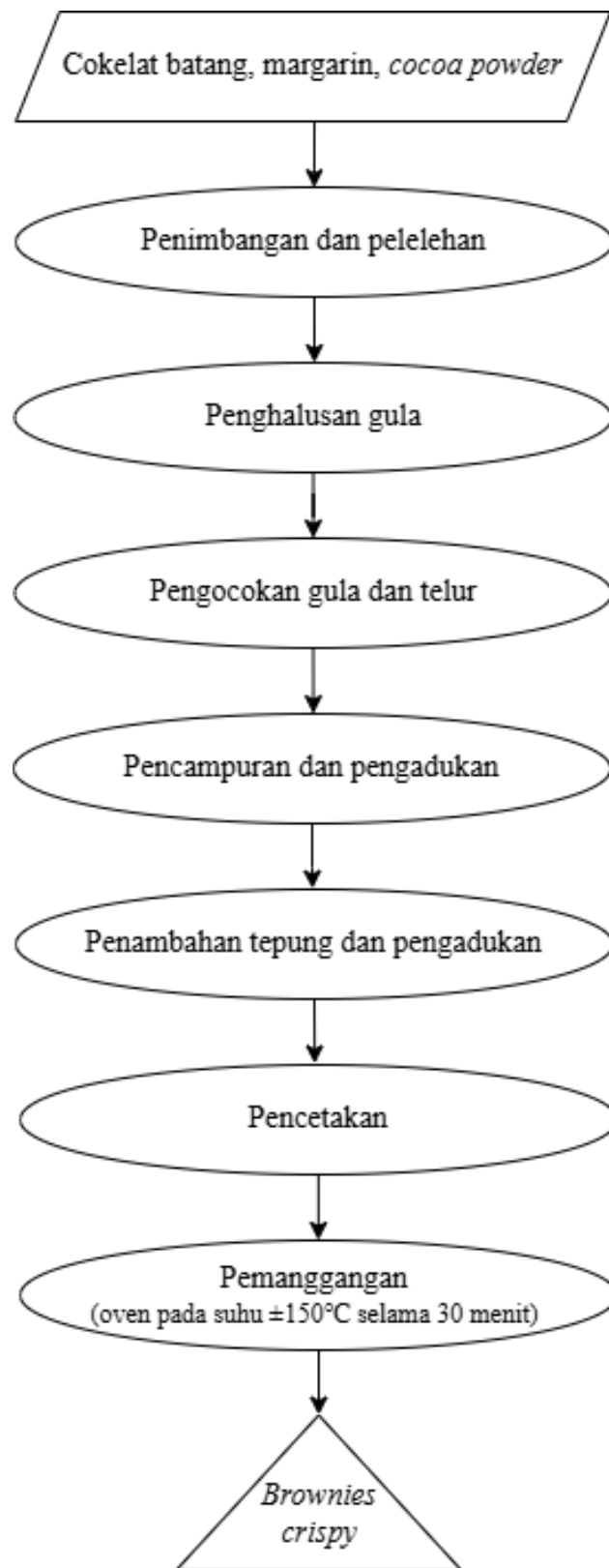
Proses pembuatan tepung ampas tahu dalam penelitian ini mengacu pada metode yang telah dimodifikasi dari penelitian Sabir *et al.* (2020), yang ditunjukkan pada Ilustrasi 1. Pembuatan tepung ampas tahu diawali dengan persiapan alat dan bahan. Ampas tahu basah dicuci hingga bersih, lalu diperas menggunakan kain saring hingga kadar airnya berkurang. Setelah dirasa cukup kering, sebarakan secara merata di atas loyang, lalu masukkan loyang ke dalam *cabinet dryer*. Proses pengeringan dilakukan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 90°C selama 4 jam hingga diperoleh ampas tahu kering. Setelah 4 jam, ampas tahu kering dihaluskan menggunakan *chopper* hingga berbentuk serbuk, kemudian dilakukan pengayakan dengan ayakan berukuran 80 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Tepung ampas tahu yang telah dihasilkan disimpan dalam wadah tertutup rapat dan kedap udara untuk mencegah penyerapan kelembaban dari lingkungan sehingga tepung ampas tahu berpotensi memiliki daya simpan yang lama yaitu sekitar 3 hingga 6 bulan.



Ilustrasi 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Ampas Tahu

b. Pembuatan *Brownies Crispy*

Proses pembuatan produk *brownies crispy* dalam penelitian ini mengacu pada metode yang telah dimodifikasi dari penelitian Mailisa *et al.* (2024), yang ditunjukkan pada Ilustrasi 2. Komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan *brownies crispy* dengan substitusi tepung ampas tahu dapat dilihat pada Tabel 3.



Ilustrasi 2. Diagram Alir Proses Pembuatan *Brownies Crispy*

Tabel 3. Komposisi Bahan Pembuatan *Brownies Crispy*

Bahan (gram)	P0	P1	P2	P3	P4
Tepung terigu	50	45	40	35	30
Cokelat batang	125	125	125	125	125
Margarin	40	40	40	40	40
Gula	125	125	125	125	125
<i>Cocoa powder</i>	5	5	5	5	5
Telur	100	100	100	100	100
Tepung ampas tahu	0	5	10	15	20
Total	445	445	445	445	445

Tahap awal dilakukan dengan persiapan alat dan bahan. Cokelat batang yang telah dipotong kecil, margarin, dan *cocoa powder* ditimbang sesuai dengan tabel komposisi, kemudian dilelehkan menggunakan metode *double boiler* dan diaduk hingga membentuk campuran yang homogen. Campuran tersebut didinginkan sejenak pada suhu ruang. Pada wadah terpisah, telur dan gula dikocok hingga tercampur merata, kemudian ditambahkan ke dalam campuran cokelat leleh dan diaduk hingga merata. Setelah itu, tepung terigu dan tepung ampas tahu ditambahkan secara bertahap sesuai dengan perlakuan sambil diaduk perlahan hingga adonan tercampur merata tanpa adanya gumpalan. Adonan yang telah merata kemudian dituangkan ke dalam loyang yang telah dioles dengan margarin dan dilapisi *baking paper*, lalu diratakan pada permukaannya, dan taburi kacang almond sebagai *topping* sesuai kebutuhan. Pemanggangan dilakukan pada oven dengan suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Setelah 15 menit pertama, adonan dikeluarkan, dipotong kecil-kecil menggunakan pisau, kemudian dipanggang kembali selama 15 menit berikutnya. Setelah proses pemanggangan selesai, *brownies crispy* dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu ruang hingga

mencapai tekstur renyah. Produk yang telah dingin selanjutnya siap untuk dilakukan pengujian parameter.

3.2.3. Pengujian Parameter

Pengujian parameter *brownies crispy* yang dilakukan antara lain kadar serat menggunakan metode multienzim, aktivitas air (a_w) dengan a_w meter, uji warna dengan *colour reader*, serta uji organoleptik dengan 25 panelis.

a. Kadar Serat

Pengujian kadar serat menggunakan metode multienzim yang mengacu pada metode AOAC (1995). Sampel *brownies crispy* ditimbang sebanyak 0,5 gram, lalu masukkan sampel ke dalam erlenmeyer, lalu tambahkan 50 ml buffer fosfat pH 7 dan 0,1 ml enzim α -amilase, kemudian dipanaskan menggunakan penangas air dengan suhu 100°C selama 30 menit di aduk sesekali. Angkat sampel, lalu dinginkan dan tambahkan 20 ml air destilasi, 5 ml HCL 1 N, dan 1 ml enzim pepsin 1%, kemudian dipanaskan dalam penangas air selama 30 menit. Angkat Erlenmeyer dan tambahkan 5 ml NaOH 1 N dan 0,1 ml enzim β -amilase, lalu erlenmeyer ditutup dan diinkubasi dalam penangas air selama 1 jam. Setelah itu, dinginkan lalu disaring menggunakan kertas saring konstan yang sudah diketahui beratnya. Sampel dicuci menggunakan 2 x 10 ml *ethanol* dan 2 x 10 ml *acetone*. Sampel kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 24 jam, lalu didinginkan pada desikator lalu timbang berat akhir sebagai serat pangan tak larut. Filtrat yang dihasilkan dijadikan menjadi 100 ml dan tambahkan 400 ml *ethanol*

95% hangat, kemudian diamkan filtrat mengendap selama 1 jam, lalu filtrat disaring dengan kertas saring, lalu dicuci menggunakan 2 x 10 ml *ethanol* dan 2 x 10 ml *acetone*, lalu dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Setelah itu, masukkan dalam desikator dan timbang berat akhirnya sebagai serat pangan terlarut. Untuk perhitungan serat pangan total berdasarkan rumus sebagai berikut.

$$\text{Serat Pangan Total} = \text{Serat Pangan Tidak Terlarut} + \text{Serat Pangan Terlarut}$$

b. Aktivitas Air (a_w)

Aktivitas air (a_w) pada *brownies crispy* diukur menggunakan a_w meter mengacu pada penelitian Rizqianti *et al.* (2020) yang telah dimodifikasi. Sampel *brownies crispy* yang telah dimaserasi hingga halus dimasukkan ke dalam wadah khusus, kemudian ditempatkan di dalam alat a_w meter. Alat secara otomatis akan melakukan analisis, ketika proses pengukuran selesai maka alarm pada alat akan berbunyi. Nilai a_w akan muncul pada *screen display* sebagai hasil akhir pengukuran.

c. Warna

Pengukuran warna dilakukan menggunakan alat *color reader* yang telah dikalibrasi sebelum digunakan yang mengacu pada penelitian Savitri *et al.* (2022). Sampel *brownies crispy* ditempatkan dalam wadah yang sekelilingnya telah ditutup dengan karton hitam untuk menghindari gangguan cahaya dari lingkungan sekitar. Pengukuran warna dilakukan dengan menempelkan *color reader* pada permukaan sampel, kemudian nilai warna L^* , a^* , dan b^* diukur pada dua titik yang berbeda. Nilai L^* menunjukkan tingkat kecerahan (*lightness*), nilai a^* (*redness*)

menunjukkan spektrum warna merah-hijau, dan nilai b^* (*yellowness*) menunjukkan spektrum warna kuning-biru (Safitri *et al.*, 2020). Hasil pengukuran warna diperoleh dari tampilan layar atau *screen display color reader*.

d. Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan menggunakan metode skoring dengan melibatkan 25 panelis terlatih berusia 20-25 tahun. Sebelum pengujian, panelis diberikan pengarahan mengenai prosedur pengujian, atribut yang dinilai, serta tata cara penilaian sehingga memahami proses penilaian yang dilakukan. Panelis menilai setiap sampel berdasarkan panca indera kemudian mengisi formulir penilaian yang telah disediakan. Skala penilaian yang digunakan terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skala Penilaian Organoleptik *Brownies Crispy*

Skor	Rasa	Aroma	Tekstur (Kerenyahan)	Keseluruhan (Overall)
1	Tidak berasa coklat dan manis	Langu	Tidak renyah	Tidak suka
2	Agak berasa coklat dan manis	Cukup langu	Agak renyah	Agak suka
3	Cukup berasa coklat dan manis	Agak langu	Cukup renyah	Cukup suka
4	Berasa coklat dan manis	Tidak langu	Renyah	Suka

3.2.4. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dengan mengacu pada penelitian (Alouw *et al.*, 2022). Data yang diperoleh dari hasil pengujian aktivitas air (a_w) dan warna akan

dianalisis menggunakan uji parametrik *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Organoleptik dianalisis menggunakan uji *Kruskall-Wallis*, apabila terdapat perbedaan signifikan maka analisis dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Pengujian parametrik dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS 26.0 dengan taraf signifikansi 5%. Sementara itu, hasil pengujian kadar serat dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk diagram batang.