

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG BEKATUL BERAS PUTIH DAN
TEPUNG KULIT BUAH NAGA TERHADAP KADAR AIR, KEKERASAN
DAN SENSORI *CRACKERS***

(Skripsi)

Oleh

**HILMA 'AFIFAH
1914051057**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDING WHITE RICE BRAN FLOUR AND DRAGON FRUIT PEEL FLOUR ON WATER CONTENT, HARDNESS AND SENSORY CRACKERS

BY

HILMA 'AFIFAH

Rice bran and dragon fruit peel are by-products of agricultural processing that contain nutrients, bioactive components and fiber that can be added to bakery products such as crackers. The purpose of the research was to obtain a formulation of white rice bran flour and red dragon fruit peel flour that produces crackers with the best chemical, physical and sensory properties according to SNI 2973: 2018. The study was prepared with a Complete Group Randomized Design (RAKL) with 5 treatments and 4 repeats consisting of 5 levels of wheat flour ratio: white rice bran flour: red dragon fruit peel flour, namely 100%:0%:0% (K0/control), 80%:4%:16% (K1), 80:8%:12% (K2), 80%:12%:8% (K3), and 80%:16%:4% (K4). The parameters observed were moisture content, hardness, sensory (texture, taste, aroma, color, overall acceptance), crackers were best tested for acid insoluble ash content, protein, acid number, crude fiber and dietary fiber. The data obtained were analyzed for homogeneity with the Bartlett test, six material with the Tukey test, analyzed for variance (ANARA), and further tests with BNT 5%. The results showed that the best treatment was K4 (wheat flour 80%: rice bran flour 16%: dragon fruit peel flour 4%) with a moisture content of 3.30%, hardness value 4.21 N, texture score 4.48% (crunchy), taste score 3.90% (slightly bitter), aroma score 4.19% (not rancid), color score 4.16% (like) and overall acceptance score 3.39% (somewhat like), and has an acid insoluble ash content of 0.08%, protein content 7.38%, acid content 7.90 (mg KOH/g), crude fiber content 4.47% and food fiber content 7.03%.

Keywords: crackers, dragon fruit peel, rice bran

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG BEKATUL BERAS PUTIH DAN TEPUNG KULIT BUAH NAGA TERHADAP KADAR AIR, KEKERASAN DAN SENSORI *CRACKERS*

OLEH

HILMA 'AFIFAH

Bekatul dan kulit buah naga merupakan produk hasil samping pengolahan pertanian yang memiliki kandungan gizi, komponen bioaktif, dan serat yang dapat ditambahkan kedalam produk *bakery* seperti *crackers*. Tujuan penelitian mendapatkan formulasi tepung bekatul beras putih dan tepung kulit buah naga merah yang menghasilkan *crackers* dengan sifat kimia, fisik dan sensori terbaik sesuai SNI 2973:2018. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 5 perlakuan dan 4 kali ulangan yang terdiri dari 5 taraf perbandingan tepung terigu : tepung bekatul beras putih : tepung kulit buah naga merah yaitu 100%:0%:0% (K0/kontrol), 80%:4%:16% (K1), 80:8%:12% (K2), 80%:12%:8% (K3), dan 80%:16%:4% (K4). Parameter yang diamati yaitu kadar air, kekerasan, sensori (tekstur, rasa, aroma, warna, penerimaan keseluruhan), *crackers* terbaik diuji kadar abu tak larut asam, protein, bilangan asam, serat kasar dan serat pangan. Data yang diperoleh dianalisis kehomogenannya dengan uji Bartlett, kemenambahan dengan uji Tukey, dianalisis sidik ragam (ANARA), dan uji lanjut dengan BNT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yaitu pada K4 (tepung terigu 80% : tepung bekatul 16% : tepung kulit buah naga 4%) dengan kadar air sebesar 3,30%, nilai kekerasan 4,21 N, skor tekstur 4,48% (renyah), skor rasa 3,90% (agak pahit), skor aroma 4,19% (tidak tengik), skor warna 4,16% (suka) dan skor penerimaan keseluruhan 3,39% (agak suka), serta memiliki kadar abu tak larut asam 0,08%, kadar protein 7,38%, kadar bilangan asam 7,90 (mg KOH/g), kadar serat kasar 4,47% dan kadar serat pangan 7,03%.

Kata kunci : bekatul, *crackers*, kulit buah naga merah

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG BEKATUL BERAS PUTIH DAN
TEPUNG KULIT BUAH NAGA TERHADAP KADAR AIR, KEKERASAN
DAN SENSORI *CRACKERS***

Oleh

HILMA 'AFIFAH

Skripsi

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

pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul : **PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG
BEKATUL BERAS PUTIH DAN TEPUNG KULIT
BUAH NAGA MERAH TERHADAP KADAR AIR,
KEKERASAN DAN SENSORI *CRACKERS***

Nama : **Hilma Afifah**

NPM : 1914051057

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.
NIP 196708241993032002

Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.
NIP 197611182001122001

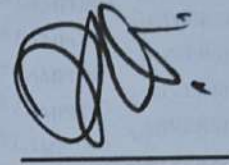
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

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

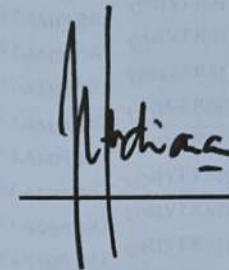
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

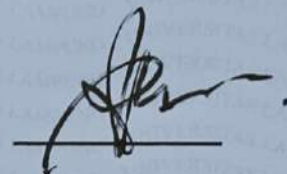
Ketua : Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.



Sekretaris : Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.



Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 6 Desember 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hilma 'Afifah

NPM : 1914051057

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah 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 bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, 13 Desember 2023
Yang membuat pernyataan



Hilma 'Afifah
NPM.1914051057

RIWAYAT HIDUP

Hilma ‘Afifah lahir di Way Kanan, Provinsi Lampung pada tanggal 20 Februari 2001. Lahir sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Abdurrahman dan Ibu Sri Fatmawati. Pendidikan penulis yaitu pada tahun 2006 di TK RA Muslimin Way Kanan, dilanjutkan pada tahun 2007-2013 di Sekolah Dasar Negeri 1 Setianegara, Way Kanan. Selanjutnya Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Baradatu, Way Kanan pada tahun 2013-2016, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Bukit Kemuning Lampung Utara, pada tahun 2016-2019. Tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2022 di Desa Pakuan Baru, Way Kanan, Provinsi Lampung selama 40 hari. Pada bulan Juni-Agustus 2023 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Siger Jaya Abadi, Tanjung Bintang, Lampung Selatan dengan Judul “Mempelajari Tahapan dan Identifikasi Bahaya Pada Proses Produksi Produk Rajungan Kaleng Pasteurisasi di PT. Siger Jaya Abadi”.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa organisasi seperti Koperasi Mahasiswa Universitas Lampung periode 2020/2021 dan bergabung dalam beberapa tim seperti tim humas, tim media, ramadhan content series, dll. Pada periode 2021 juga tergabung dalam Badan Eksekutif Mahasiswa sebagai anggota departemen dan pada periode 2022 menjabat sebagai sekretaris departemen komunikasi dan informasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan Hidayah -Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Tepung Bekatul Beras Putih dan Tepung Kulit Buah Naga Terhadap Kadar Air, Kekerasan dan Sifat Sensori *Crackers*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung. Selama proses penulisan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya 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 akademik sekaligus dosen pembimbing pertama yang senantiasa membimbing, memberikan motivasi, semangat, saran, dan arahan kepada penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
4. Novita Herdiana, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, serta saran kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.
5. Bapak Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc. selaku dosen pembahas yang senantiasa memberikan masukan dan saran kepada penulis selama penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi penulis.

6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yang telah mengajar, membimbing, dan memberikan motivasi penulis selama proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
7. Staf administrasi dan laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Keluarga penulis tersayang yaitu Ibu Sri Fatmawati, Alm. Bapak Abdurrahman, adik-adik penulis Mutia Balqis Aj Zubaidah dan M. Zaki Maulana, serta keluarga besar yang senantiasa selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan baik secara material maupun finansial serta motivasi semangat selama perkuliahan sampai akhir pengerjaan skripsi.
9. Saudara M. Jakarya Harahap yang senantiasa memberikan semangat, masukan, motivasi, bantuan, dan menemani penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
10. Sahabat-sahabat penulis di perkuliahan Ghea Dhinda, Rahma Dani, Elin Syafira, Angelika Katartizo, Setiani Pramudhita, Monalisa Tasya, Fairuzsita Naura, Siti Hulailah, Sekar Kinasih, Fadela Yunika dan Umi Adila yang senantiasa memberikan semangat, masukan, motivasi, bantuan, dan menemani penulis selama di perkuliahan.
11. Sahabat-sahabat penulis di kampung halaman Berliana Winda Aprianita dan Azzah Kurnia Dewi, yang senantiasa memberikan doa, semangat, masukan, motivasi, bantuan, dan menemani penulis.
12. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2019 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas banyaknya bantuan, saran, informasi, dan canda tawa yang telah diberikan selama perkuliahan.
13. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.

Bandar Lampung, 13 Desember 2023

Hilma 'Afifah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Kerangka Pemikiran	5
1.4. Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Bekatul.....	9
2.1.1. Definisi bekatul beras putih	9
2.1.2. Komposisi kandungan bekatul.....	11
2.1.3. Ketengikan pada bekatul.....	15
2.2. Buah Naga Merah.....	16
2.2.1. Definisi morfologi dan klasifikasi buah naga merah	16
2.2.2. Komposisi kandungan kulit buah naga merah.....	18
2.3. <i>Crackers</i>	20
2.3.1. Definisi <i>crackers</i>	20
2.3.2. Bahan pembuatan <i>crackers</i>	24
2.3.3. Proses pembuatan <i>crackers</i>	29
III. METODE PENELITIAN	32
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.2. Bahan dan Alat	32
3.3. Metode Penelitian	33
3.4. Pelaksanaan Penelitian	33
3.4.1. Pembuatan tepung bekatul beras putih	33
3.4.2. Pembuatan tepung kulit buah naga merah	34
3.4.3. Pembuatan <i>crackers</i>	35
3.5. Pengamatan.....	38
3.5.1. Kadar air <i>crackers</i>	38
3.5.2. Kekerasan <i>crackers</i>	38

3.5.3. Uji sensori.....	39
3.5.4. Perlakuan terbaik	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Karakteristik Bahan	45
4.1.1. Karakteristik tepung bekatul.....	45
4.1.2. Karakteristik tepung kulit buah naga	47
4.2. Kadar Air <i>Crackers</i>	49
4.3. Kekerasan <i>Crackers</i>	51
4.4. Sifat Sensori <i>Crackers</i>	54
4.4.1. Tekstur	55
4.4.2. Rasa.....	59
4.4.3. Aroma	61
4.4.4. Warna.....	63
4.4.5. Penerimaan keseluruhan	66
4.5. Perlakuan Terbaik.....	68
4.6. Analisis Kimia Perlakuan Terbaik.....	71
V. KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat mutu bekatul SNI 01-4439-1998	11
2. Komposisi komponen makronutrient dan bioaktif antara bekatul beras putih, merah dan hitam.....	12
3. Komposisi vitamin dan mineral pada bekatul beras putih.....	13
4. Komposisi serat bekatul beberapa varietas padi	13
5. Kandungan asam lemak pada beberapa jenis bekatul padi.....	14
6. Kandungan 100 g buah naga dan kulit buah naga merah	19
7. Perbandingan kandungan buah naga dan kulit buah naga merah.....	19
8. Komposisi kimia pada tiga jenis tepung kulit buah naga	20
9. Syarat mutu biskuit (SNI 2973:2018).....	23
10. Formulasi pembuatan <i>crackers</i> bekatul beras putih dan kulit buah naga merah.....	36
11. Lembar kuisioner uji skoring <i>crackers</i> bekatul beras putih dan kulit buah	39
12. Lembar kuisioner uji hedonik <i>crackers</i> bekatul beras putih dan kulit buah	40
13. Komposisi kimia bekatul	46
14. Kamposisi kimia tepung kulit buah naga	48
15. Penentuan perlakuan terbaik <i>crackers</i> menggunakan uji efektivitas pembobotan (De Garmo et al., 1984)	69
16. Rekapitulasi penentuan perlakuan terbaik dari keseluruhan <i>crackers</i> dengan penambahan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga.....	70
17. Hasil analisis kimia <i>crackers</i> perlakuan terbaik K4 (tepung terigu 80% : tepung bekatul 16% : tepung kulit buah naga 4%)	71
18. Hasil pengujian kadar air <i>crackers</i>	90
19. Uji Bartlett kadar air <i>crackers</i>	90
20. Analisis sidik ragam kadar air <i>crackers</i>	91
21. Uji BNT 5% kadar air <i>crackers</i>	91
22. Hasil pengujian kekerasan <i>crackers</i>	91
23. Uji Bartlett kekerasan <i>crackers</i>	92

24.	Analisis sidik ragam kekerasan <i>crackers</i>	92
25.	Uji BNT 5% kekerasan <i>crackers</i>	93
26.	Hasil pengamatan tekstur <i>crackers</i>	93
27.	Uji Bartlett tekstur <i>crackers</i>	93
28.	Analisis sidik ragam tekstur <i>crackers</i>	94
29.	Uji BNT 5% tekstur <i>crackers</i>	94
30.	Hasil pengamatan rasa <i>crackers</i>	94
31.	Uji Bartlett rasa <i>crackers</i>	95
32.	Analisis sidik ragam rasa <i>crackers</i>	95
33.	Uji BNT 5% rasa <i>crackers</i>	96
34.	Hasil pengamatan tekstur <i>crackers</i>	96
35.	Uji Bartlett aroma <i>crackers</i>	96
36.	Analisis sidik ragam aroma <i>crackers</i>	97
37.	Uji BNT 5% aroma <i>crackers</i>	97
38.	Hasil pengamatan skor warna <i>crackers</i>	97
39.	Uji Bartlett warna <i>crackers</i>	98
40.	Analisis sidik ragam warna <i>crackers</i>	98
41.	Uji BNT 5% warna <i>crackers</i>	99
42.	Hasil pengamatan skor penerimaan keseluruhan <i>crackers</i>	99
43.	Uji Bartlett penerimaan keseluruhan <i>crackers</i>	99
44.	Analisis sidik ragam penerimaan keseluruhan <i>crackers</i>	100
45.	Uji BNT 5% penerimaan keseluruhan <i>crackers</i>	100
46.	Penentuan perlakuan terbaik <i>crackers</i> dengan uji efektifitas (pembobotan) De Garmo	101
47.	Hasil pengujian kadar abu tak larut asam, kadar bilangan asam dan kadar serat pangan <i>crackers</i> perlakuan terbaik.....	107
48.	Hasil pengujian kadar serat kasar dan kadar protein <i>crackers</i> perlakuan terbaik	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Beras	10
2. Bekatul beras putih	11
3. Buah naga merah	17
4. Kulit buah naga merah.....	18
5. Diagram alir pembuatan tepung bekatul beras putih	34
6. Diagram alir pembuatan tepung kulit buah naga merah.....	35
7. Diagram alir proses pembuatan <i>crackers</i> bekatul beras putih dan	37
8. Tepung bekatul	45
9. Tepung kulit buah naga	47
10. Grafik nilai kadar air <i>crackers</i> perbandingan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga.....	49
11. Grafik tingkat kekerasan <i>crackers</i> perbandingan tepung terigu, tepung bekatul dan tepung kulit buah naga	52
12. <i>Crackers</i> dengan penambahan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga.....	55
13. Grafik sensori tekstur <i>crackers</i> perbandingan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga.....	56
14. Grafik sensori rasa <i>crackers</i> perbandingan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga.....	59
15. Grafik sensori aroma <i>crackers</i> perbandingan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga.....	61
16. Grafik sensori warna <i>crackers</i> perbandingan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga.....	64
17. Grafik sensori penerimaam keseluruhan <i>crackers</i> perbandingan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga	67
18. Pengukusan bekatul	102
19. Persiapan kulit buah naga kering.....	102
20. Penghalusan bekatul (grinder) dan pengayakan	102
21. Tepung kulit buah naga dan tepung bekatul	102
22. Bahan-bahan pembuatan <i>crackers</i> (margarin, susu skim, gula halus dan garam halus).....	102

23.	Bahan-bahan pembuatan <i>crackers</i> (teigung terigu cakra kembar, fermipan, baking powder).....	102
24.	Penimbangan bahan	103
25.	Campuran 1 (margarin, gula, susu skim).....	103
26.	Campuran 2 (Tepung terigu, tepung bekatul, tepung kulit buah naga, ragi fermipan, baking powder)	103
27.	Kenampakan campuran 1 dan campuran 2 ketika sudah diaduk	103
28.	Pencampuran antara campuran 2 ke campuran 1	103
29.	Penambahan air dalam adonan	103
30.	Pengulenan adonan	104
31.	Fermentasi adonan	104
32.	Pemipihan adonan dengan rolling pin	104
33.	Pemipihan kembali adonan dengan mesin pemipih	104
34.	Adonan yang siap dicetak.....	104
35.	<i>Crackers</i> hasil pencetakan (Sebelum dioven)	104
36.	Pengovenan <i>crackers</i>	105
37.	Kenampakan <i>crackers</i> berbagai perlakuan (setelah dioven)	105
38.	Pengujian sensori skoring produk <i>crackers</i>	105
39.	Pengujian sensori hedonik produk <i>crackers</i>	105
40.	Sampel pengujian kadar air	105
41.	Proses pengujian kadar air <i>crackers</i>	105
42.	Pengujian kekerasan <i>crackers</i>	106
43.	Pengujian kekerasan <i>crackers</i> menggunakan alat Rheometer.....	106
44.	Kenampakan produk <i>crackers</i> seluruh perlakuan.....	106

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Industri hasil pertanian dalam rangkaian proses kegiatannya menghasilkan *input* berupa bahan baku menjadi produk hasil pertanian dan *output* berupa hasil samping (*by-product*) dan limbah (*waste*) (Rohadi, 2009). Menurut Ilham (2015) hasil samping merupakan produk yang dihasilkan dari pengolahan hasil pertanian, yang memiliki nilai jual. Hasil samping kembali dimanfaatkan karena dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan jika ditimbun begitu saja. Selain itu, hasil samping memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi tubuh sehingga perlu diolah dengan baik. Hasil samping dapat berupa biji buah, tangkai buah, kulit buah, batang sayuran, serabut kelapa, kulit padi, bekatul dll (Lukito dkk., 2023).

Bekatul merupakan salah satu hasil samping penggilingan padi yang dalam satu kali penggilingan menghasilkan 25% sekam, 8% dedak, 2% bekatul, dan 65% beras giling (Perdana dan Muchsiri, 2014). Pada penyosohan sebanyak 3 tahapan akan dihasilkan beras huller, beras putih penuh, beras kepala, menir dan bekatul (Haryadi, 2008). Bekatul mengandung 15,75-17,45% protein, 20,63% lemak, 70,78-73,57% karbohidrat (Kalpanadevi *et al.*, 2018) dan komponen bioaktif seperti oryzanol, karotenoid (α -karoten, β -karoten, lutein, likopen), vitamin E (α , β , γ , δ -tokoferol dan tokotrienol), fitosterol (β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol), asam ferulat, asam kumarat dan asam fitat (Henderson *et al.*, 2012). Beberapa diantaranya seperti oryzanol berfungsi untuk menurunkan kolesterol, tokoferol berperan sebagai antioksidan dan asam ferulat dapat menurunkan tekanan dan kadar gula darah (Listyani dan Zubaidah, 2015). Bekatul mengandung vitamin B kompleks (B1, B2, B3, B5, B6, B15) yang sangat baik

untuk perkembangan otak dan sistem syaraf. Vitamin B15 atau *pangamic acid* dalam bekatul sebesar 5,88 mg yang berfungsi mengoptimalkan kerja organ tubuh manusia (Trihaditia dkk., 2018). Selain itu menurut Octaviane (2014), vitamin B15 dengan struktur kimia *Glucono-dimetyl-lamino-acetic-acid*, dapat mengobati diabetes, hipertensi, kolestrol tinggi, *arteriosklerosis* dan mengatasi serangan jantung.

Buah naga merah merupakan jenis tanaman kaktus dengan nama latin *Hylocereus polyrhizus*. Hasil samping buah naga adalah kulit buah naga yang menyusun 30-35% bagian dari buah naga (Aulana dkk., 2015). Kulit buah naga mengandung 0,95% protein, 0,10% lemak, 6,20% karbohidrat (Jamilah *et al.*, 2011), serta antioksidan seperti flavonoid, polifenol alkaloid, terpenoid, flavonoid, tiamin, niasin, piridoksin, kobolamin, fenolik, karoten dan fitoalbumin dan vitamin A, C, E (Wu *et al.*, 2006). Bentuk fisik kulit buah naga yang bersisik mengandung zat *pentacyclic*, *triyepene* dan *taraxast* yang dapat melenturkan pembuluh darah sehingga darah mampu mengalir dengan lancar serta berkhasiat menginaktifkan sel kanker dan tumor di dalam tubuh (Handayani, 2014). Menurut Nurliyana *et al.* (2010), antioksidan pada kulit buah naga lebih besar dibandingkan daging buahnya. Antioksidan pada buah naga sebesar 27,45 %, sedangkan kulit buah naga mengandung antioksidan sebesar 83,48%. Total fenol dan flavonoid dalam kulit buah naga masing-masing sebesar 1049.18 mgGAE dan 1310.10 mgGAE per 100 g. Kulit buah naga juga mengandung antosianin yaitu pigmen warna merah yang mampu berperan sebagai antioksidan dan pewarna alami untuk menggantikan pewarna sintetis pada makanan.

Bekatul dan kulit buah naga dapat diolah menjadi tepung untuk memudahkan ketika ditambahkan ke dalam suatu produk pangan sehingga dapat dikonsumsi. Salah satu produk yang dapat ditambahkan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga adalah produk *bakery* yaitu *crackers*. *Crackers* merupakan jenis biskuit yang dalam pembuatannya memerlukan proses fermentasi atau tanpa fermentasi, dan melalui proses laminasi sehingga menghasilkan bentuk pipih yang bila dipatahkan tampak berlapis-lapis (BSN, 2018). Ciri utama *crackers* memiliki rasa

asin dan tekstur renyah (tidak padat dan tidak keras). Tekstur renyah *crackers* berasal dari tepung terigu yang bertanggung jawab terhadap kekerasan dan kerenyahan produk (Sugiyono dkk., 2013). Menurut Chaunier *et al.* (2007), protein pada tepung terigu dapat membantu kekuatan ikatan antar amilopektin dengan meningkatkan kemampuan gelasi sehingga fleksibilitas mampu terbentuk dengan kemampuan protein yang dapat terdenaturasi dan membentuk jaringan dengan ikatan silang sehingga menghasilkan tekstur renyah pada produk. *Crackers* memiliki aroma gurih yang disukai konsumen akibat adanya karamelisasi gula dan pemanasan margarin serta kombinasi aroma susu skim dalam adonan (Subandoro, 2013).

Bekatul dan kulit buah naga merupakan salah satu hasil samping yang mengandung tinggi serat. Serat pangan adalah bagian dari karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh tubuh. Berdasarkan sifat kelarutannya pada air serat pangan dibagi menjadi dua kategori yaitu serat pangan larut air (*soluble dietary fiber*) dan serat pangan tidak larut air (*insoluble dietary fiber*) (Santosa, 2011). Bekatul mengandung 31,71-34,52% serat pangan (Hartati dkk., 2015) dan kulit buah naga mengandung 65,59% serat pangan (Utpott *et al.*, 2020). Menurut Marsono (2007) dalam Santosa (2011), serat pangan dapat mencegah diabetes dan hiperkolesterol, mencegah kanker kolon, mencegah konstipasi, meningkatkan sensitivitas insulin, mengurangi penyimpanan lemak dan meningkatkan rasa kenyang. Namun, serat pangan yang terkandung dalam bahan mampu memberikan pengaruh pada adonan. Puspita dkk. (2021) menyatakan bahan pangan dengan serat tinggi dapat membuat tekstur produk menjadi tidak renyah atau keras. Hal ini disebabkan karena bahan pangan dengan serat tinggi mengandung air yang sukar untuk menguap sehingga serat larut air didalamnya sulit teruapkan yang menyebabkan produk menjadi semakin keras dan membuat produk sulit homogen.

Selain itu, pemanfaatan bekatul dalam produk pangan memiliki tantangan karena bekatul dapat mengalami ketengikan. Ketengikan tersebut karena adanya aktivitas enzim lipase dan enzim lipoksigenase dalam bekatul yang dapat memicu hidrolisis dan oksidasi pada lemak bekatul (Herodian, 2007). Bekatul dapat

memberikan *aftertaste* pahit akibat adanya saponin (Damayanthi dkk., 2007) serta rasa agak kasar yang disebabkan karena adanya serat kasar berupa selulosa dan hemiselulosa (Wati dan Pangesthi, 2016). Kulit buah naga juga dapat memberikan *aftertaste* pahit pada produk pangan karena mengandung senyawa aromatik polifenol berupa tanin (Noor dan Yufita, 2016) dan dapat menghasilkan rasa langu karena aktivitas enzim lipoksigenase yang secara alami terdapat pada kulit buah naga merah (Enjelina dkk., 2019).

Berdasarkan uraian diatas, penambahan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga dalam suatu produk dapat menghasilkan produk fungsional karena beragam kandungan gizi dan komponen biaktif pada masing-masing bahan. Penambahan bekatul dan kulit buah naga pada suatu produk juga harus memperhatikan komposisi yang tepat sehingga menghasilkan produk dengan karakteristik yang diinginkan. Wulandari dan Handarsari (2010) membuktikan bahwa penambahan bekatul 5%, 10%, dan 15% (100 g tepung terigu) menghasilkan biskuit dengan tekstur renyah, rasa agak manis, aroma khas bekatul dan warna kuning kecokelatan. Puspita dkk. (2021), membuktikan bahwa penambahan kulit buah naga 10-15% menghasilkan biskuit dengan rasa enak, aroma agak sedap dan tekstur tidak keras. Namun, belum ada penelitian yang menjelaskan bagaimana pengaruh penambahan antara kombinasi tepung bekatul dan tepung kulit buah naga terhadap suatu produk. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan penambahan tepung bekatul beras putih dan tepung kulit buah naga yang menghasilkan *crackers* sesuai dengan sifat kimia, fisik dan sensori SNI 2973:2018.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah mendapatkan formulasi tepung bekatul beras putih dan tepung kulit buah naga merah yang menghasilkan *crackers* dengan sifat kimia, fisik dan sensori terbaik sesuai SNI 2973:2018.

1.3. Kerangka Pemikiran

Crackers merupakan salah satu cemilan yang populer di masyarakat karena teksturnya renyah, rasa gurih dan ringan dikonsumsi. *Crackers* termasuk dalam kategori makanan ringan yang diolah dengan cara dipanggang. Jenis adonan *crackers* adalah *hard dough* yaitu adonan memiliki kandungan lemak dan gula yang rendah serta memiliki kandungan air yang lebih banyak dari lemak (Manley, 2000). Bahan-bahan pembuatan *crackers* dikategorikan menjadi bahan pengikat dan bahan pelembut tekstur. Bahan pengikat atau yang berfungsi sebagai pembentuk adonan agar menghasilkan adonan yang kuat adalah tepung terigu, air, dan garam, sedangkan bahan pelembut tekstur adalah gula, mentega, dan baking powder sebagai bahan pengembang. Bahan utama pembuatan *crackers* adalah tepung terigu. Tepung yang berperan sebagai bahan pengikat berfungsi untuk pembentuk adonan selama proses pencampuran, mengikat, serta mendistribusikan bahan secara merata, mengikat gas selama proses fermentasi dan pemanggangan serta membentuk struktur *crackers* dan peranan penting dalam pembentukan citarasa (Mazidah dkk., 2018).

Tepung terigu adalah bahan utama penyusun struktur produk *bakery* termasuk *crackers* karena mengandung protein gluten yang terdiri dari fraksi protein glutenin dan gliadin yang tersusun oleh sejumlah kecil lemak dan senyawa pentosan. Fraksi gliadin memiliki sifat yang heterogen dan mampu mengatur sifat kental dari adonan saat pencampuran sedangkan fraksi glutenin mampu mengurangi ekstensibilitas dari adonan dan bertanggung jawab terhadap kekuatan dan elastisitas adonan (Aydogan *et al.*, 2015). Menurut Husniati dkk. (2015), tepung yang diberikan air akan memberikan interaksi antara gliadin dan glutenin untuk membentuk sistein, yaitu ikatan disulfida kovalen yang membentuk pengembangan adonan viskoelastik dan diperkuat oleh ikatan hidrogen dari air. Lange dan BBC (2006) menyatakan, gluten dalam tepung terigu juga mampu menahan gas CO₂ yang dihasilkan ragi pada proses fermentasi dan memungkinkan membran gluten yang sangat tipis untuk memanjang dan mengembangkan volume pada saat fermentasi dan pemanggangan

Informasi gizi pada kemasan tepung cakrawa kembar (terigu protein tinggi) dalam 100 g tepung terigu mengandung 1.5 g lemak, 12 g protein, dan 72 g karbohidrat. Menurut Kusnandar dkk. (2022) tepung terigu dipasaran mengandung kadar air sebesar 13,49-14,05% dengan kadar abu 0,45-0,67%. Tepung terigu protein tinggi mengandung total pati sebesar 73,1% dengan amilosa sebesar 50,26% dan amilopektin sebesar 22,84% (Hildayanti dan Pangesthi 2017). Pati tersusun dari polimer polisakarida yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki sifat mudah menyerap air dan strukturnya yang rapat membuat amilosa semakin lama akan semakin kuat. Hal tersebut membuat pengembangan granula menjadi terbatas dan tidak dapat mengembang sempurna. Sebaliknya, amilopektin memiliki sifat yang sulit menyerap air sehingga strukturnya lebih renggang dan membuat granula dapat mengembang dengan baik (Rosida, 2021). Oleh sebab itu, kandungan amilopektin akan mendukung terjadinya proses pengembangan (*puffin*), sehingga *crackers* dengan tambahan pati berupa amilopektin yang cukup tinggi akan bersifat garing dan renyah (Asyik dkk., 2018).

Bekatul mengandung berbagai macam komponen bioaktif seperti oryzanol, karotenoid vitamin E ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -tokoferol dan tokotrienol), fitosterol, asam ferulat, asam kumarat dan asam fitat (Henderson *et al.*, 2012) dan vitamin B kompleks (Trihaditia dkk., 2018). Bekatul mengandung serat pangan sebesar 31,71-34,52% didominasi oleh serat pangan tidak larut air sebesar 27,64-30,44% (hemiselulosa dan selulosa) dan serat pangan larut air sebesar 4,07-4,14% (Hartati dkk., 2015). Bekatul memiliki citarasa yang rasa manis dan sedikit kasar, rasa manis berasal dari gula dan lembaga yang relatif tinggi pada bekatul (Damayanti dan Listyorini, 2006). Timbulnya rasa pahit dan ketengikan dapat disebabkan karena adanya hidrolisis dan oksidasi lemak karena adanya aktivitas enzim lipase dan lipoksigenase pada bekatul (Herodian, 2007).

Penambahan bekatul tidak meningkatkan kekerasan pada adonan, karena serat pangan yang terkandung dalam bekatul memiliki serat pangan tidak larut yang lebih tinggi dibanding serat pangan larut, sehingga air yang terperangkap dalam adonan akan lebih sedikit dan tidak berpengaruh nyata dalam kekerasan adonan

crackers. Menurut Puspita dkk. (2021), serat larut air pada bahan pangan dapat mengikat air walaupun bahan tersebut dipanaskan, karena kandungan air yang berkurang sedikit sehingga di dalam bahan masih ada air yang tertinggal. Selain itu, menurut Hildayanti dan Pangesthi (2017) bekatul mengandung amilosa sebesar 14,05% dan amilopektin sebesar 21,80% yang mampu mempertahankan kerenyahan produk karena kandungan amilopektin bekatul lebih tinggi dibandingkan amilosa. Amilopektin yang tinggi dapat memberikan tingkat kerenyahan yang tinggi dan kekerasan yang rendah pada produk dibandingkan kadar amilosa yang tinggi (Asyik dkk., 2018). Akibatnya penambahan bekatul dalam suatu produk *bakery* mampu mempertahankan kerenyahan dan tidak meningkatkan kekerasan produk. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian Wulandari dan Handarsari (2010) membuktikan bahwa penambahan bekatul 5%, 10%, dan 15% (100 g tepung terigu) menghasilkan biskuit dengan tekstur renyah, rasa agak manis, aroma khas bekatul dan warna kuning kecokelatan.

Penambahan tepung kulit buah naga mampu menjadi pewarna alami untuk suatu produk. Kulit buah naga mengandung antosianin termasuk zat warna alami dan salah satu antioksidan yang berfungsi memberikan warna merah dan berpotensi sebagai bahan atau zat pewarna alami pada makanan yang dapat dijadikan alternatif pengganti warna sintetis yang lebih aman bagi kesehatan tubuh manusia (Perdana dkk., 2021). Komponen antioksidan lain yang terkandung dalam kulit buah naga adalah flavonoid, polifenol, alkaloid, terpenoid, dll.

Kandungan tersebut juga dapat memberikan aroma yang kuat pada *crackers* karena merupakan senyawa yang memperkuat aroma alami (Wu *et al.*, 2006). Selain itu, tepung kulit buah naga mengandung serat pangan sebesar 65,59% dengan serat pangan larut sebesar 23,96% dan serat pangan tidak larut sebesar 41,63% (Utpott *et al.*, 2020).

Penambahan kulit buah naga pada penelitian Wijaya dkk. (2022) dengan penambahan 20% tepung kulit buah naga (per 100 g tepung terigu) menghasilkan cookies oats paling disukai panelis karena warna merah yang pekat, aroma tidak langu, rasa tidak sepat dan tekstur yang renyah tidak terlalu keras. Hal tersebut

membuktikan bahwa aktivitas tanin penyebab *aftertaste* pahit dan aktivitas lipoksigenasi penyebab bau langu pada kulit buah naga tidak memberikan dampak yang besar ketika ditambahkan dengan suatu produk olahan. Kandungan serat kulit buah naga yang mencapai dua kali lipat dari serat bekatul, dapat mengganggu proses gelatinisasi pada cookies sehingga tekstur produk menjadi lebih keras, dan kandungan pektin (serat larut air) yang terkandung dapat menyebabkan menaikkan nilai *cohesiveness* akibat penyerapan air. (Zhang *et al.*, 2020). Namun hal tersebut dapat dihindari dengan penambahan tepung bekatul dengan konsentrasi yang sedikit dan diimbangi dengan komposisi protein yang cukup.

Berdasarkan uraian diatas dapat diketahui bahwa, penambahan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga memberikan efek fungsional karena banyaknya komponen bioaktif yang terkandung. Penambahan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga pada suatu produk harus memperhatikan jumlah penambahannya dan komposisi terigu sebagai bahan pengikat untuk tetap menghasilkan tekstur dan citarasa produk yang diinginkan. Gluten dan pati (amilosa dan amilopektin) tetap dibutuhkan untuk mempertahankan kerenyahan karena keduanya berperan dalam pembentukan tekstur produk (Lara *et al.*, 2011). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan perbandingan tepung terigu dengan penambahan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga dengan komposisi yang rendah dan beragam yaitu K0 (100%:0%:0%), K1 (80%:4%:16%), K2 (80%:8%:12%), K3 (80%:12%:8%), K4 (80%:16%:4%).

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah terdapat taraf formulasi tepung terigu, tepung bekatul beras putih, dan tepung kulit buah naga merah yang menghasilkan *crackers* dengan sifat kimia, fisik dan sensori terbaik sesuai SNI 2973:2018.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bekatul

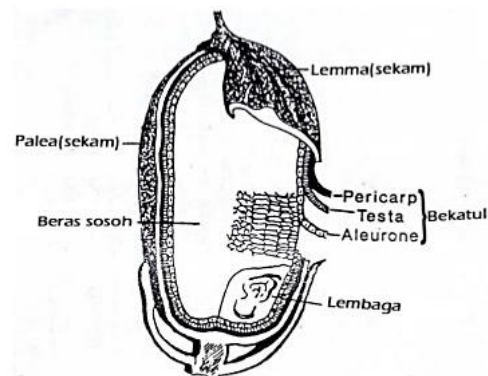
2.1.1. Definisi bekatul beras putih

Bekatul merupakan hasil samping pengolahan padi berupa serbuk halus coklat dari lapisan terluar beras pecah kulit (Sharif *et al.*, 2014). Produksi bekatul akan meningkat seiring dengan tingginya produksi padi. Hal ini karena Indonesia berada di wilayah Asia dengan 70-80% penduduknya memanfaatkan padi/beras sebagai bahan makanan pokok (Ahmadi, 2009). Proses penggilingan padi (gabah) menghasilkan sekitar 25% sekam, 8% dedak, 2% bekatul, dan 65% beras giling atau dapat juga diperoleh 18-28% sekam, 72-82% beras pecah kulit atau 64-74% beras giling (sosoh), 4-5% dedak, dan 3% bekatul halus (Perdana dan Muchsiri, 2014).

Proses awal penggilingan akan diperoleh beras pecah kulit dengan hasil sekam. Penyosohan pertama menghasilkan beras huller, dedak, bekatul-bekatul halus I dan menir. Penyosohan kedua menghasilkan beras putih penuh, bekatul halus II dan menir, sedangkan penyosohan terakhir diperoleh beras kepala, bekatul dan menir (Haryadi, 2008). Semakin tinggi derajat penyosohan beras, beras yang diperoleh akan semakin putih, namun semakin berkurang zat gizinya (Thahir, 2010). Jenis beras yang biasa dikonsumsi masyarakat Indonesia adalah jenis *Indica* yang memiliki butiran yang berbentuk lonjong panjang dengan rasa nasi lebih pera dibanding jenis *Japonica*. Beberapa jenis beras *Indica* non-pigmen, yaitu varietas Rojolele, Ciherang, dan IR64 (Lestari *et al.*, 2014). Bekatul beras putih berasal dari padi dengan taksonomi sebagai berikut (Ambarwati, 1992).

Kingdom : Plantae
 Subkingdom : Tracheobionta
 Super Divisi : Spermatophyta
 Divisi : Magnoliopyta
 Kelas : Liliopsida
 Sub Kelas : Commelinidae
 Ordo : Poales
 Famili : Poaceae
 Genus : *Oryza*
 Spesies : *Oryza Sativa L*

Secara morfologi, bekatul terdiri atas lapisan perikarp, testa dan lapisan aleuron. Lapisan-lapisan tersebut yang mengandung sejumlah nutrisi seperti protein, lemak dan serat pangan serta sejumlah vitamin dan mineral (Tuarita dkk., 2017). Beras berpigmen (beras merah dan hitam) mengandung pigmen yang berada pada lapisan perikarp atau lapisan bagian terluar bekatul (Priya *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, warna bekatul cenderung mengikuti warna jenis beras. Struktur satu bulir beras terlihat dalam Gambar 1 (Swastika, 2009).



Gambar 1. Struktur Beras
 Sumber : Swastika (2009)

Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO), dedak (*rice bran*) adalah hasil samping proses penggilingan padi yang terdiri dari lapisan luar butiran beras (perikarp dan tegmen) serta sejumlah lembaga. Bekatul (*rice polish*) terdiri atas

lapisan dalam butiran beras, yaitu aleuron (kulit ari) beras serta sebagian kecil endosperma. Dedak dihasilkan pada proses penyosohan pertama, sedangkan bekatul pada proses penyosohan kedua (Astawan dan Leomitro, 2009). Dedak memiliki tekstur relatif kasar sehingga lebih cocok digunakan sebagai bahan pakan ternak, sedangkan bekatul memiliki tekstur lebih halus sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan (Janathan, 2007). Bekatul beras putih memiliki kenampakan yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bekatul beras putih
Sumber : Dokumentasi pribadi

2.1.2. Komposisi kandungan bekatul

Komposisi bekatul bervariasi, dipengaruhi oleh varietas, mesin penyosohan, perlakuan penyosohan dan derajat penyosohan (Sharif *et al.*, 2014). Tingkat penyosohan tertinggi pada beras putih, disusul beras merah dan beras hitam, sehingga menghasilkan bekatul dengan komposisi kandungan yang berbeda-beda (Irakli *et al.*, 2015). Syarat mutu bekatul diatur dalam SNI 01-4439-1998 dengan enam parameter yaitu berat per liter gembur, kadar air, kadar abu, protein, lemak, dan serat kasar. Syarat mutu bekatul disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu bekatul SNI 01-4439-1998

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Berat per liter gembur	g/L	Min. 325
Kadar air	%	Maks. 12
Kadar abu	%	Maks. 10
Protein	%	Min. 8
Lemak	%	Min. 3
Serat kasar	%	Maks 10

Sumber : SNI (1998)

Bekatul merupakan hasil samping penggilingan beberapa macam sereal, seperti beras, gandum, barley dan jagung. Bekatul sereal memiliki komponen serat pangan larut dan tidak larut (seperti arabinoksilan, hemiselulosa, β -glukan), komponen asam lemak seperti asam lemak tidak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acid*), asam lemak tidak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid*), karbohidrat, protein, vitamin serta komponen bioaktif (Skendi *et al.*, 2020). Protein bekatul terdiri dari protein larut air (37%), protein larut garam (31%), larut alkohol (2%) dan larut alkali (27%) (Fabian and Ju, 2011). Komponen terbesar bekatul adalah karbohidrat terutama pati. Pati bekatul dapat digunakan pada berbagai produk pangan dan merupakan *ingredient* produk berbasis pati yang kadarnya dipengaruhi derajat penyosohan (Kalpanadevi *et al.*, 2018). Komponen 3 jenis bekatul disajikan pada Tabel 2 dan kandungan vitamin dan mineral bekatul beras putih disajikan pada Tabel 3. Serat pangan pada bekatul didominasi oleh serat pangan tak larut air (Hartati dkk., 2018). Kandungan serat bekatul pada beberapa varietas padi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 2. Komposisi komponen makronutrient dan bioaktif antara bekatul beras putih, merah dan hitam

Komponen makronutrien dan bioaktif	Bekatul beras			Sumber
	Putih	Merah	Hitam	
Abu (%)	10,68-11,77	7,99	9,80	
Protein (%)	15,75-17,45	7,14	5,07	
Lemak (%)	20,63	9,64	11,77	
Karbohidrat (%)	70,78-73,57	17,34	12,46	Kalpanadevi <i>et al.</i> (2018) dan Ghasemzadeh <i>et al.</i> (2018)
Serat pangan (%)	31,21-34,44	66,18	71,04	
Total flavonoid (mg ekuivalen quercetin/100g)	40,15-240,88	24,45	24,75	
Total fenol (mg GAE/ 100g)	269,85-447,68	0,35	11,27	
Aktivitas antioksidan (μ mol TE/g)	0,66-1,24	1,51-6,81	7,28-26,72	Sudigdo dkk.(2021)
γ -orizanol (mg/g)	1,03-8,86	3,59-3,69	4,85-7,72	
γ -tokotrienol (μ g/g)	17,36-212,3	16,91-45,83	38,14-53,09	
α -tokoferol (μ g/g)	7,34-107,7	13,12-67,30	30,65-34,56	

Tabel 3. Komposisi vitamin dan mineral pada bekatul beras putih

Komponen Gizi	Kadar (mg /100 g)
Vitamin	
Tiamin (B1)	3,0
Riboflavin (B2)	0,4
Piridoksin (B6)	0,49
Niasin (B3)	43
Asam pantotenat (B5)	7
Mineral	
Kalsium (Ca)	80
Besi (Fe)	11
Seng (Zn)	6,4
Magnesium (Mg)	0,9
Kalium (K)	1,9
Natrium (Na)	20,3
Fosfor (P)	0,9
Tembaga (Cu)	0,6

Sumber : Rao (2000)

Tabel 4. Komposisi serat bekatul beberapa varietas padi

Komponen	Bekatul varietas padi			
	IR-64	Sintanur	Rajalele	Methink wangi
Serat kasar (%)	13,56	17,98	15,76	16,74
Serat pangan total (%)	32,20	34,52	32,17	31,71
Serat pangan larut air(%)	4,14	4,08	4,13	4,07
Serat pangan tak larut air (%)	28,06	30,44	28,04	27,64

Sumber : Hartati dkk. (2018)

Bekatul mengandung vitamin B kompleks (B1, B2, B3, B5, B6, B15) yang sangat baik untuk perkembangan otak dan sistem syaraf. Vitamin B15 atau *pangamic acid* dalam bekatul sebesar 5,88 mg yang berfungsi mengoptimalkan kerja organ tubuh manusia (Trihaditia dkk., 2018). Selain itu menurut Octaviane (2014), vitamin B15 dengan struktur kimia *Glucono-dimetyl-lamino-acetic-acid*, dapat mengobati diabetes, hipertensi, kolesterol tinggi, *arteriosklerosis* dan mengatasi serangan jantung. Flavonoid dan fenol yang terkandung dalam bekatul berperan sebagai antioksidan. Antioksidan dapat menangkal spesies yang menyebabkan peroksidasi, auto-oksidasi, dan mencegah pembentukan peroksida seperti tokoferol, oryzanol dan tokotrienol (Gaschler and Stockwell, 2017).

Bekatul mengandung beberapa komponen bioaktif, seperti asam ferulat, asam kafeat, tricine, asam kumarat, asam fitat, isoform vitamin E (α -tokoferol, γ -tokoferol, tokotrienol), fitosterol (β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol), dan karotenoid (α -karoten, β -karoten, lutein, likopen). Kandungan asam amino esensial bekatul antara lain, triptofan, histidin, sistein, dan arginin. Jenis serat pangan bekatul terdiri atas selulosa, hemiselulosa, pektin, arabinosilan, lignin, dan β -glukan (Henderson *et al.*, 2012). Tokoferol (Vitamin E) adalah antioksidan yang berfungsi untuk memperlambat proses penuaan, melindungi vitamin A dari oksidasi di dalam usus, dan mencegah kerusakan dinding sel merah. Tokotrienol dan gamma oryzanol juga mampu mengatur kolestrol serum darah dan menurunkan trigliserida pada penderita hyperlidemic (Octaviane, 2014). Kandungan asam lemak bekatul disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan asam lemak pada beberapa jenis bekatul padi

Jenis asam lemak	Jumlah asam lemak bekatul pada 4 varietas padi (%)			
	Ciherang	IR 64	Pandan wangi	Sintanur
Asam miristat (C14:0)	1,16	0,70	1,06	0,90
Asam palmitat (C16:0)	22,36	21,68	28,35	26,49
Asam palmitoleat (C16:1)	0,22	0,20	0,29	0,25
Asam stearat (C18:0)	1,95	2,18	1,84	1,85
Asam oleat (C18:0)	38,01	40,49	32,29	33,12
Asam linoleat (C18:2)	34,29	32,80	33,97	34,98
Asam alfa linolenat (C18:3)	1,32	1,31	1,38	1,47
Asam eikosoat (C20:0)	0,68	0,64	0,50	0,59
Asam eikosenoat (C20:1)	-	-	0,33	0,35

Sumber : Budijanto dkk. (2010)

Bekatul mengandung asam lemak jenuh MUFA (*Mono Unsaturated Fatty Acid*) dan PUFA (*Poli Unsaturated Fatty Acid*), terdiri dari 45% MUFA dan 35% PUFA. Asam lemak pada minyak bekatul menunjukkan kandungan asam lemak esensial (oleat, linoleat, dan linolenat). Selain itu, bekatul dengan tinggi lemak tak jenuh poli, seperti asam linoleat dan linolenat akan memberikan manfaat penting untuk kesehatan yang berperan sebagai senyawa nutrisi (*Nutraceutical Compound*) yang memiliki efek terapi pada sistem organ manusia (Ardiansyah, 2006 dalam Octaviane, 2014).

2.1.3. Ketengikan pada bekatul

Selain memiliki kandungan gizi dan komponen bioaktif yang tinggi, pemanfaatan bekatul untuk produk pangan masih terbatas. Hal ini karena bekatul rentan mengalami ketengikan, pada proses pengolahan dan penyimpanan (Tuarita dkk., 2017). Ketengikan pada bekatul disebabkan proses hidrolisis lemak (trigliserida) yang menghasilkan asam lemak bebas karena aktivitas enzim lipase. Lipase merupakan protein yang termasuk dalam enzim hidrolase dan berfungsi sebagai biokatalisator. Fungsinya untuk mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi dapat berlangsung lebih cepat pada suhu atau kondisi normal (Sholeha dan Agustini, 2021).

Lipase akan menghidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol, selanjutnya asam lemak bebas dioksidasi oleh enzim lipoksigenase menjadi bentuk peroksida, keton dan aldehid sehingga menyebabkan bekatul tengik (Herodian, 2007). Kadar asam lemak bebas ini akan terus meningkat dari 1-3 % menjadi 33 % setelah seminggu dan mencapai 46 % setelah 3 minggu. Pada biji padi lipase berada di *testa-cross layer* biji padi sedangkan minyak terdapat di dalam lapisan aleuron dan subaleuron dalam lembaga. Lipase memiliki berat molekul 40.000 Da, titik isoelektrik (pI) 8,56, pH optimum 7,5-8,0 dan bekerja dengan suhu optimum 37°C. Lipase akan menghidrolisis asam lemak pada posisi 1 dan 3 molekul trigliserida sedangkan liposigenase akan dihubungkan dengan reaksi oksidasi pada *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) dengan *struktur cis-pentadine* (Orthofer, 2005).

Kerusakan hidrolisis dan oksidatif dapat dipercepat oleh enzim lipase dan lipoksigenase yang secara alami terdapat dalam bekatul maupun dari aktivitas mikroba. Lipase (*triacylglycerol hydrolases*) adalah enzim golongan hidrolase yang mengkatalisis proses hidrolisis trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Lipase dapat bekerja di bagian antarmuka organik-air yang bertujuan untuk mengkatalisis proses hidrolisis ikatan ester karboksilat dan melepaskan asam lemak dan alkohol organik apabila berada pada lingkungan dengan jumlah air yang cukup (Sholeha dan Agustin, 2021). Menurut Bujianto dkk. (2010),

aktivitas hidrolisis enzim lipase akan terus berjalan bahkan tanpa adanya peningkatan kadar air. Bahan dengan kadar air tinggi tidak selalu menghasilkan presentase ALB yang tinggi, begitu juga sebaliknya kadar air yang rendah tidak selalu menghasilkan presentase ALB yang rendah. Kadar air minimum yang digunakan oleh enzim lipase untuk menghidrolisis lipid berbeda beda, tergantung varietas padi yang digunakan.

Oksidasi terjadi pada ikatan tidak jenuh dalam asam lemak. Oksidasi dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida dengan pengikatan oksigen pada ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh. Oksidasi enzimatik terjadi akibat adanya enzim lipoksigenase, enzim ini ditemukan pada lapisan germ (embrio). Enzim lipoksigenase mengkatalis proses oksidasi asam lemak tak jenuh menjadi peroksida dengan bantuan radikal bebas dan oksigen. Oksidasi lemak biasanya melalui proses pembentukan radikal bebas, kemudian radikal ini bersama O₂ membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hiperperoksida yang bersifat sangat tidak stabil yang mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek. Terbentuknya peroksida, aldehid, keton serta asam-asam lemak berantai pendek yang dapat menimbulkan perubahan organoleptik yang tidak disukai seperti perubahan bau dan flavour (ketengikan) (Anwar dan Wendi, 2020).

2.2. Buah Naga Merah

2.2.1. Definisi morfologi dan klasifikasi buah naga merah

Hylocereus polyrhizus atau yang familiar disebut buah naga merah ialah salah satu tanaman dengan jenis tanaman kaktus. Buah naga pada mulanya berasal dari Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika Utara karena buah ini tergolong dalam kategori kaktus. Di tempat buah ini berasal buah ini dinamai pitahaya atau pitaya roja. Buah naga masuk ke pasar Indonesia sejak pertengahan tahun 2000 yang diimpor dari negara tetangga yakni Thailand. Pasuruan, Mojokerto, Jember, dan Jombang merupakan nama-nama daerah yang mengembangkan dan membudidayakan buah naga di Indonesia (Perdana dkk., 2021).

Buah naga termasuk buah berdaging dan berair, berbentuk bulat sedikit memanjang agak lonjong, memiliki berbagai warna kulit buah yaitu merah menyala, merah gelap dan kuning dengan tebal kulit sekitar 3-4 mm. Daging buah memiliki tekstur lunak dengan rasa manis dan sedikit asam, serat yang halus, terdapat biji berwarna hitam dengan ukuran sangat kecil dan jumlahnya banyak, memiliki beberapa jenis warna daging yaitu merah, sangat merah, kuning dan putih (Cahyono, 2009) (Gambar 3).



Gambar 3. Buah naga merah
Sumber : Dokumentasi pribadi

Terdapat 4 jenis buah naga yang sering dibudidayakan yaitu *Hylocereus undatus* (buah naga daging putih), *Hylocereus costaricensis* (buah naga daging super merah), *Hylocereus polyrhizus* (buah naga daging merah), *Selenicereus megalanthus* (buah naga kulit kuning daging putih) (Cahyono, 2009). Sistematika atau taksonomi tanaman buah naga merah (*Hylocereous polyrhizus*) menurut Arcos Plants (2017), diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
 Filum : TracheopHyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : CaryopHyllales
 Family : Cactaceae
 Genus : Hylocereus
 Species : *Hylocereus polyrhizus*

2.2.2. Komposisi kandungan kulit buah naga merah

Buah naga termasuk keluarga tanaman kaktus dengan karakteristik memiliki duri pada setiap ruas batangnya. Kulit buah naga berwarna merah dan berjumbai atau bersirip seperti sisik yang bersusun lebar berukuran 1-2 cm. Ketebalan kulit buahnya sekitar 2-3 cm jika diukur dari luaran sisik nya (Kristanto, 2014). Satu buah naga yang dipanen limbah kulit yang dihasilkan mencapai 30% - 35%, sekitar 50-66 biji buah naga atau sekitar 200 kg dapat menghasilkan sebanyak 60-77 kg limbah kulit buah naga yang jarang dimanfaatkan secara optimal (Marjenah dkk, 2018) (Gambar 4).



Gambar 4. Kulit buah naga merah
Sumber : Dokumentasi pribadi

Kulit buah naga mengandung vitamin C, E, A, antosianin, alkaloid, terpenoid, flavonoid, tiamin, niasin, piridoksin, kobalamin, fenolik, karoten dan fitoalbumin (Jaafar *et al.*, 2009). Menurut Wu *et al.* (2006), kulit buah naga mengandung antioksidan jenis polifenol dengan aktivitas yang lebih besar dibanding daging buah sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber antioksidan alami. Bentuk fisik kulit buah naga yang bersisik mengandung zat *pentacyclic*, *tricyclic* dan *taraxast* yang dapat melenturkan pembuluh darah sehingga mampu mengalir dengan lancar serta berkhasiat menginaktifkan sel kanker dan tumor (Handayani, 2014). Kulit buah naga mengandung zat warna antosianin yang cukup tinggi. Antosianin termasuk zat warna alami yang berfungsi memberikan warna merah dan berpotensi sebagai bahan atau zat pewarna alami pada makanan yang dapat dijadikan alternatif pengganti warna sintetis yang lebih aman bagi

kesehatan tubuh manusia (Perdana dkk., 2021). Kandungan buah naga dan kulit buah naga disajikan pada Tabel 6. Kandungan serat pangan yaitu serat pangan larut air dan serat pangan tak larut air pada kulit buah naga merah sangat tinggi (Tabel 7). Menurut Jamilah (2011), kulit buah naga mengandung komponen karbohidrat yaitu pektin sebesar 10,79%, pati sebesar 11,07%, selulosa sebesar 9,25% dan lignin sebesar 37,18%.

Tabel 6. Kandungan 100 g buah naga dan kulit buah naga merah

Kandungan	Buah naga*	Kulit buah naga**	Sumber
Air (%)	85,7	92,65	
Protein (%)	1,7	0,95	Aryanta (2022)*
Lemak (%)	3,1	0,10	dan Jamilah <i>et al</i>
Karbohidrat (%)	9,1	6,20	(2011)**
Serat (%)	3,2	34,65	
Abu (%)	0,4 g	0,10	
Antioksidan mg/ml (%)	27,45	83,48	
Total fenol (mgGAE)	561,76	1049,18	Nurliyana <i>et al.</i>
Total flavonoid (mg GAE)	220,28	1310,10	(2010)***

Tabel 7. Perbandingan kandungan buah naga dan kulit buah naga merah

Sampel	Total serat (%)	Total serat larut air (%)	Total serat tidak larut air (%)
Kulit buah naga merah *	69,30	14,82	56,50
Serbuk kulit buah naga merah**	65,59	23,96	41,63

Sumber : *) Jamilah *et al.* (2011)

***) Utpott *et al.* (2020)

Kulit buah naga berperan sebagai antiproliferative yang merupakan inhibitor pertumbuhan sel-sel kanker dan tidak toksik. Menurut penelitian Wu *et al.* (2006), keunggulan kulit buah naga sebagai antioksidan disebabkan buah naga kaya akan senyawa polifenol. Aktivitas antioksidan kulit buah naga lebih besar dibanding aktivitas antioksidan pada daging buahnya, sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber antioksidan alam. Kulit buah naga juga mengandung vitamin C, vitamin E, vitamin A, alkaloid, terpenoid, flavonoid, tiamin, niasin, piridoksin, kobalamin, fenolik, karoten, dan fitoalbumin yang memiliki manfaat sebagai antioksidan (Jaafar *et al.*, 2009). Kulit buah naga juga

mengandung zat besi untuk menambah darah; vitamin B1 (menjaga panas tubuh), vitamin B2 (menambah selera), vitamin B3 (menurunkan kadar kolestrol), vitamin C (menambah kelicinan, kehalusan kulit serta mencegah jerawat), dan beta karoten (untuk kesehatan mata, menguatkan otak dan menghalangi penyakit) (Triwulandari dkk., 2019).

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga reaksi radikal bebas tersebut dapat terhambat dan mencegah terbentuknya radikal bebas baru. Antioksidan adalah zat penghambat reaksi oksidasi akibat radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan asam lemak tak jenuh, membran dinding sel, pembuluh darah, basa DNA, dan jaringan lipid sehingga menimbulkan penyakit (Hariyanti dkk., 2021). Niah dan Helda (2016) menyatakan bahwa suatu tanaman dapat memiliki aktivitas antioksidan apabila mengandung senyawa yang mampu menangkal radikal bebas seperti antosianin yang terdapat pada buah naga. Perbandingan komposisi kimia pada tiga jenis tepung kulit buah naga disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi kimia pada tiga jenis tepung kulit buah naga

Komponen	Jenis tepung kulit buah naga		
	Buah naga putih	Buah naga merah	Buah naga merah super
Air	10,45	10,79	11,87
Protein	7,79	8,98	9,26
Lemak	2,26	2,60	2,38
Serat	26,23	25,56	23,39
Abu	16,32	18,76	20,22
Kalsium	2,12	1,82	2,40
Fosfor	0,00203	0,00208	0,0021
Antosianin	1,18	1,27	1,98

Sumber : Simangusong (2014)

2.3. Crackers

2.3.1. Definisi *crackers*

Crackers ialah salah satu jenis biskuit yang terbuat dari adonan keras dan harus melalui proses fermentasi, memiliki bentuk pipih yang lebih condong ke rasa asin dan renyah, serta bila dipatahkan penampang potongannya berlapis-lapis (Sari *et*

al., 2017). Ciri utama yang membedakan *crackers* dibanding jenis biskuit lain yakni memiliki tekstur yang sangat renyah, adonannya tidak padat serta tidak keras saat digigit atau dikunyah (Sugiyono, 2013). *Crackers* merupakan salah satu cemilan yang dalam pengolahannya harus dipanggang dengan kadar air yang cukup rendah.

Jenis-jenis biskuit dapat dibedakan berdasarkan perbandingan air dan lemak pada bahan pembuatannya, yaitu perbandingan antara jumlah bagian lemak terhadap tepung dan jumlah bagian gula terhadap tepung untuk mengklasifikasi jenis adonan. Berdasarkan perbandingan tersebut ada tiga jenis adonan yaitu *batter*, *short dough*, dan *hard dough*. Jenis adonan *batter* memiliki komponen utama air contohnya wafer, jenis adonan *short dough* memiliki kandungan lemak lebih banyak dari air contohnya cookies, jenis adonan *hard dough* memiliki kandungan air lebih banyak dari lemak serta gula dan lemak yang rendah contohnya *crackers* (Manley, 2000).

Crackers terbuat dari tepung terigu dengan beberapa bahan tambahan dan dibuat dengan tahapan proses fermentasi atau pemeraman, pencetakan dan pemanggangan. Bahan lain yang digunakan yaitu lemak, garam dan agen fermentasi seperti ragi, gula dan ditambahkan air (Manoppo, 2012). Menurut BPOM (2022), *crackers* ada dua jenis, yaitu *crackers* tawar (*crackers* krim, *crackers* soda dan wafer biskuit) dan *crackers* rasa (*crackers* sandwich dan malkist). Jenis-jenis *crackers* tersebut memiliki karakteristik dasar yang disyaratkan yaitu memiliki kadar air yang tidak lebih dari 5%, kecuali wafer biskuit dan *crackers* sandwich.

a. *Crackers* krim

Crackers jenis ini merupakan *crackers* fermentasi yang pada saat laminasi menggunakan *crackers dust* diantara lapisan-lapisannya.

b. *Crackers* soda

Crackers soda merupakan produk *bakery* tipis, renyah dan tidak manis yang pada adonannya terbuat dari tepung terigu dan air yang dibuat dengan bahan

pengembang selain ragi yaitu senyawa pengembang seperti *baking powder* atau *baking soda* serta melalui laminasi berlapis-lapis lalu dipanggang sehingga ada rongga didalamnya

c. Wafer biskuit

Wafer biskuit merupakan jenis *crackers* non fermentasi yang pada laminasinya tidak menggunakan *crackers dust*, lemak atau pengisi apapun diantara lapisan-lapisannya.

d. *Crackers* rasa

Crackers rasa merupakan *crackers* dari terigu dan/atau non terigu yang dalam pembuatannya memerlukan proses fermentasi atau tidak, serta melalui proses laminasi sehingga menghasilkan bentuk pipih dan bila dipatahkan penampangnya tampak berlapis-lapis, diberi bahan sebagai sumber rasa misalnya gula, keju, abon, coklat. Nama jenis *crackers* ini bermacam-macam dan disesuaikan dengan sumber rasanya. Contohnya, *crackers* abon, *crackers* coklat, *crackers* keju, dan bahan-bahan dengan rasa lainnya.

e. *Crackers* sandwich

Jenis *crackers* yang menggunakan krim *filling* (rasa keju, coklat, rasa buah, dan lain lain) sedikitnya terdiri dari dua keping *crackers*

f. Malkist

Malkist merupakan *crackers* krim yang permukaannya ditaburi gula. Menurut Manley (2000), *crackers* termasuk ke dalam biskuit dengan jenis adonan *hard dough* yaitu jenis adonan yang memiliki kandungan gula dan lemak yang rendah serta memiliki kandungan air yang lebih banyak dari lemak. Proses fermentasi dan laminasi diperlukan saat proses pembuatan *crackers* agar menghasilkan *crackers* bentuk pipih, bila dipatahkan penampangnya tampak berbuku-buku.

Menurut Ferazuma dkk. (2011), terdapat perbedaan yang mendasar antara adonan *crackers* dan biskuit yang terlihat dari komposisi adonan dan proses pembuatannya. Adonan *crackers* tidak menggunakan telur, sedangkan biskuit menggunakan telur sebagai bahan adonan. Pada proses pengolahan, adonan *crackers* yang sudah tercampur rata harus difermentasi selama kurang lebih 1 jam,

sedangkan adonan biskuit tidak perlu difermentasi. *Crackers* tidak membutuhkan telur karena pada telur mengandung protein (lesitin) yang dapat melunakkan jaringan gluten sehingga produk dengan penambahan telur didalamnya menjadi lebih empuk atau lembut (Sitepu, 2019), sedangkan tekstur yang diharapkan pada produk *crackers* adalah renyah. Pada biskuit tidak perlukan fermentasi karena tidak membutuhkan pengembangan yang lebih dalam produk. Dalam menentukan kualitas mutunya, *crackers* masuk ke dalam SNI biskuit No. 2973:2018. SNI 2973:2018 mengenai standar mutu biskuit disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Syarat mutu biskuit (SNI 2973:2018)

Kriteria uji	Satuan	Syarat mutu
Keadaan ¹ :		
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
Warna	-	Normal
Kadar air	%	Maks. 5
Abu tidak larut dalam asam	%	Maks 0,1
Protein (N x 5,7)	%	Min. 4,5 Min 4,1 ²) Min 2,7 ³)
Bilangan asam	mg KOH/g	Maks. 0,2
Cemaran logam:		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,5
Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0.2
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40.0
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0.05
Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0.5
Cemaran mikroba:		
Angka lempeng total	10 ³ koloni/g	10 ⁴ koloni/g
<i>Enterobacteriaceae</i> .	10 koloni/g	10 ² koloni/g
<i>Salmonella sp.</i>	Negatif/25 g	NA
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 ² koloni/g	2 x 10 ² koloni/g

Catatan

- 1) Untuk produk biskuit assorted, uji keadaan dilakukan untuk setiap jenis biskuit dan untuk uji lainnya dilakukan pada contoh uji yang sudah dihomogenkan.
- 2) Untuk produk biskuit yang dicampur dengan pengisi dalam adonan.
- 3) Untuk produk biskuit salut, biskuit lapis/sandwich dan pai.
- 4) Untuk deoksinivalenol diuji hanya pada saat sertifikasi dan sertifikasi ulang m, M adalah batas mikroba

Sumber : Badan Standar Nasional (2018)

2.3.2. Bahan pembuatan *crackers*

Harmain dkk. (2018) menyatakan, *crackers* dibuat dari bahan-bahan dengan beberapa fungsi. Tepung, air dan garam berfungsi untuk membuat adonan yang kompak. Gula dan lemak berfungsi untuk melembutkan tekstur adonan. Baking soda dan ragi berfungsi sebagai agen pengembang.

2.3.2.1. Tepung terigu (tinggi protein)

Bahan utama yakni tepung terigu yang berasal dari bahan baku gandum. Tepung terigu mengandung banyak zat pati, yaitu karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air. Tepung terigu juga mengandung protein dalam bentuk gluten, yang berperan dalam menentukan kekenyalan makanan yang terbuat dari bahan tepung terigu. Tepung terigu juga berasal dari gandum, bedanya tepung terigu berasal dari biji gandum yang dihaluskan, sedangkan tepung gandum utuh berasal dari gandum beserta kulit ari yang ditumbuk (Minah dkk., 2015).

Tepung terigu dikelompokkan menjadi 3 jenis berdasarkan protein dan kadar glutennya. Pertama, kadar protein tinggi yaitu 12-14% dengan kadar gluten basah 33-39%. Kedua, kadar protein sedang yaitu 10-12% dengan kadar gluten basah 27-33%. Ketiga, kadar protein rendah yaitu 8-10% dengan kadar gluten basah 21-27% (Kusnandar dkk., 2022). Dalam gluten terdapat fraksi protein glutenin dan gliadin yang tersusun oleh sejumlah kecil lemak dan senyawa pentosan. Fraksi gliadin merupakan fraksi protein dengan sifat heterogen dan mampu mengatur sifat kental dari adonan saat pencampuran. Fraksi glutenin merupakan jenis protein polimer yang memiliki derajat ikatan intermolekuler yang tinggi, mampu mengurangi ekstensibilitas dari adonan dan bertanggung jawab terhadap kekuatan dan elastisitas adonan (Aydogan *et al.*, 2015).

Pembuatan *crackers* menggunakan tepung terigu keras atau hard wheat dengan kadar protein 12%. Tepung terigu protein tinggi memiliki sifat mudah dicampur dan diragikan, dapat menyesuaikan dengan suhu yang diperlukan, mampu menahan udara atau gas, dan mempunyai daya serap tinggi (Munandar dan Iskak, 1995). Tepung *hard wheat* dapat membentuk adonan yang mengembang

karena adanya pembentukan gluten pada saat proses fermentasi atau pemeraman yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *crackers*. Kadar gluten menentukan elastisitas dan ekstensibilitas yang berpengaruh besar terhadap kemampuan daya bentuk adonan produk (Suhardjito, 2007). Fungsi gluten adalah menahan gas CO₂ yang dihasilkan ragi pada proses fermentasi dan memungkinkan membran gluten yang sangat tipis untuk memanjang dan mengembangkan volume pada saat fermentasi dan pemanggangan (Lange dan BBC, 2006). Salah satu tepung terigu kadar protein tinggi di pasaran adalah tepung terigu Cakra Kembar Emas. SNI tepung terigu No. 3751:2009 (BSN, 2009) disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Tabel syarat mutu tepung terigu

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan ¹ :		
Bentuk	-	serbuk
Bau	-	normal
Warna	-	putih, khas terigu
Benda asing	-	tidak ada
Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	tidak ada
Kehalusan, lolos ayak 212 µm (b/b)	%	min. 95
Kadar air (b/b)	%	maks. 14,5
Kadar abu (b/b)	%	maks. 0,70
Keasaman	mg KOH/100 g	maks. 50
Falling number	detik	min. 300
Besi (Fe)	mg/kg	min. 50
Seng (Zn)	mg/kg	min. 30
Vitamin B1	mg/kg	min. 2,5
Vitamin B2	mg/kg	min. 4
Asam folat	mg/kg	min. 2
Cemaran logam		
Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,0
Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
Kadmium (Cd)	mg/kg	maks 0,1
Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 0.50
Cemaran mikroba:		
Angka lempeng total	koloni/g	maks. 1 x 10 ⁶
<i>E.coli</i>	APM/g	maks. 10
Kapang	koloni /25 g	maks. 1 x 10 ⁴
<i>Bacillus aureus</i>	koloni/g	maks. 1 x 10 ⁴

Sumber : Badan Standar Nasional (2009)

2.3.2.2. Margarin

Margarin merupakan emulsi air dalam minyak, dengan persyaratan tidak kurang 80% lemak. Dalam pembuatan kue yang dipanggang, margarin digunakan sebagai pengganti mentega dengan rupa, bau, konsistensi, rasa dan nilai gizi yang hampir sama dengan harga yang relatif murah. Menurut Artama (2001) margarin berfungsi sebagai penambah *flavour* produk (lebih gurih) dan membantu menahan cairan dalam cake yang telah jadi. Lemak yang digunakan dalam pembuatan *crackers* harus memiliki daya stabilitas yang tinggi karena *crackers* akan disimpan dalam waktu lama dan dan tergolong biskuit yang mudah tengik. Margarin juga sangat penting dalam penambahan adonan *crackers* karena berfungsi sebagai bahan penstabil untuk pelumas adonan, memperbaiki daya kembang *crackers* (Sitepu, 2019).

2.3.2.3. Soda kue (sodium bikarbonat)

Sodium bikarbonat merupakan salah satu bahan pengembang yang sering digunakan dalam pembuatan olahan tepung seperti biskuit, berbagai jenis cookies, kue dan masih banyak lainnya. Bahan pengembang ini ditambahkan karena berfungsi untuk mengembangkan adonan, menaikkan volumenya adonan, serta saat dipanggang dapat lebih mengembang. Jika bahan pengembang dicampurkan ke dalam adonan dan bereaksi dengan air maka akan terbentuk soda dan gas karbondioksida. Gas CO₂ kemudian terperangkap di dalam gluten sehingga adonan menjadi mengembang karena gas yang dihasilkan semakin lama akan semakin banyak (Salma, 2008). Fungsi soda kue adalah melepaskan gas CO₂ hingga jenuh yang dengan teratur melepaskan gas selama pemanggangan agar adonan mengembang sempurna, menjaga penyusutan dan menyeragamkan remah (Marsigit dkk., 2017)

2.3.2.4. Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*)

Dalam pembuatan *crackers* dibutuhkan agen fermentasi seperti ragi untuk membuat adonan lebih matang dan mengembang saat proses fermentasi. Jenis

ragi yang digunakan yakni ragi instan (*saccharomyces cerevisiae*) yang memiliki karakteristik kering dengan kadar air sekitar 7.5%, berbentuk bubuk, tahan akan penyimpanan buruk, dan dengan cara penggunaan yang langsung dicampurkan dalam bahan adonan. Penambahan ragi pada adonan *crackers* berfungsi sebagai pembentuk gas di dalam adonan bahan *crackers* sehingga adonan mampu mengembang, mempertahankan kekuatan gluten, serta menambah cita rasa dan aroma *crackers* (Kartika dkk., 2008). Dalam aktivitasnya ragi merombak gula membentuk gas karbondioksida (CO₂) dan alkohol (bau asam pada produk fermentasi). Gas CO₂ akan terperangkap oleh gluten sehingga menyebabkan adonan mengembang. Semakin banyak ragi yang ditambahkan, adonan akan semakin mengembang (Sitepu, 2019).

2.3.2.5. Susu skim

Pada pembuatan *crackers*, susu yang digunakan merupakan susu bubuk/susu skim dengan karakteristik memiliki butiran yang halus, aroma khas susu, tidak berbau apek, bersih dan memiliki warna putih kekuningan. Dengan kualitas baik tersebut, susu skim akan mampu membantu produk biskuit memiliki aroma yang harum serta rasa yang gurih. Susu skim yang digunakan merupakan hasil pengeringan dengan teknik *spray drayer* yang berasal dari susu cair segar. Dalam susu skim terkandung semua zat makanan kecuali lemak dan vitamin larut lemak, kalori rendah (55% dari seluruh energi yang terkandung dalam susu (Buckle dkk., 2009). Selain itu menurut Purnawati (2015), susu skim memiliki kemampuan untuk mengikat air serta memberikan penampakan produk yang padat. Susu skim dapat dijadikan pengstabil karena mampu menstabilkan emulsi lemak setelah homogenisasi, menjadi pengikat air dan lemak, bersifat adesif, dan membentuk gel selama pemanasan.

2.3.2.6. Garam

Garam yang ditambahkan dalam adonan *crackers* merupakan perisa yang memberikan rasan asin ke dalam adonan. Garam atau natrium klorida ini tidak dianjurkan digunakan berlebihan karena akan menyebabkan penggumpalan dan

rasa produk yang terlalu asin. Sumber garam biasanya sudah berasal dari makanan itu sendiri atau dapat ditambahkan saat penyajian dan pengolahan makanan. Penambahan natrium klorida mampu membantu tekanan osmotik selain membantu keseimbangan asam dan basa di dalam adonan (Winarno, 2004). Garam yang ditambahkan dalam adonan *crackers* berfungsi untuk mengatur aroma, cita rasa mengontrol laju fermentasi (Sitepu, 2019).

2.3.2.7. Gula

Gula yang ditambahkan dalam *crackers* merupakan gula halus yang akan mudah bercampur di dalam adonan. Tujuan penambahan selain untuk menghasilkan rasa manis dan menghasilkan warna kecoklatan yang menarik pada permukaan produk melalui reaksi karamelisasi. Gula juga mampu mempercepat proses peragian adonan yakni sebagai sumber energi untuk pertumbuhan ragi sehingga adonan akan cepat mengembang. Jumlah gula yang ditambahkan juga berpengaruh terhadap kekerasan dan regas (mudah patah), daya lekat adonan yang meningkat, dan setelah melewati proses pemanggangan akan membuat adonan kuat dan menyebar (Winarno, 2004). Selain itu, menurut Sitepu (2019), gula berperan sebagai substrat ragi yang dapat memicu perkembangan aktivitas ragi

2.3.2.8. Air

Air merupakan media sebagai pembentuk adonan. Air yang digunakan untuk menguleni adonan cracker tidak boleh berasa, berbau dan berwarna serta memiliki pH netral. Penambahan air dalam adonan biskuit keras seperti *crackers* sekitar 20%. Air memiliki fungsi sebagai media reaksi antara gluten dengan karbohidrat, melarutkan garam, dan membentuk sifat kenyal gluten. Selain itu air akan berpengaruh pada kekenyalan adonan dan mengatur suhu adonan (Astawan, 2006). *Crackers* merupakan biskuit jenis *hard dough* yang memiliki komposisi air yang lebih banyak dibanding lemak nya, sehingga membentuk adonan yang diinginkan.

2.3.3. Proses pembuatan *crackers*

2.3.3.1. Pencampuran bahan

Dalam pembubatan adonan *crackers* diperlukan pencampuran seluruh bahan penyusunnya. Pencampuran adonan ditujukan untuk mendapatkan karakteristik produk hingga mencapai apa yang diinginkan dan juga sampai mencapai homogenitas adonan. Pencampuran seluruh bahan juga diperlukan agar bahan mendapatkan hidrasi yang sempurna terutama pada karbohidrat dan protein, membentuk, melunakkan serta menahan gas pada gluten (Mudjajanto dkk., 2004). Dalam pembuatan *crackers* pencampuran dan pengadonan bahan juga berpengaruh pada kualitas produk. Waktu yang diperlukan untuk pengadonan sekitar 10-15 menit agar adonan tercampur dan mengembang sempurna (Suarni, 2005)

2.3.3.2. Fermentasi adonan

Dalam pembuatan *crackers* diperlukan fermentasi yang membedakan pengolahan *crackers* dengan biskuit. Proses fermentasi diperlukan agar menghasilkan *crackers* bentuk pipih, bila dipatahkan penampangnya tampak berlapis-lapis. Fermentasi adonan ini juga bertujuan untuk proses pematangan sebagian adonan, pembentukan tekstur dan cita rasa *crackers*, sehingga adonan mudah ditangani dan dapat menghasilkan produk bermutu baik. Saat proses fermentasi ragi akan bekerja apabila mendapatkan suplai energi yang akan menghasilkan gas CO₂ dan akan ditahan di dalam adonan sehingga membentuk jaringan yang dibentuk oleh gluten, sehingga dapat menyebabkan adonan mengembang (Kiranawati dkk., 2021). Gluten dalam *crackers* mampu menahan gas CO₂ yang dihasilkan oleh *yeast* ketika fermentasi sehingga semakin banyak gas CO₂ yang dapat terperangkap maka rongga-rongga udara yang dihasilkan juga semakin banyak sehingga strukturnya semakin renggang dan mudah dipatahkan (Astuti dkk., 2018).

2.3.3.3. Pencetakan *crackers*

Adonan *crackers* yang sudah kalis dan difermentasi selama kurang lebih 1 jam pada suhu 50⁰C kemudian dicetak dengan seragam. Pencetakan dilakukan agar produk *crackers* lebih seragam.. *Crackers* dengan ukuran lebih kecil akan berwarna lebih coklat atau lebih pekat pada suhu dan waktu pemanggangan yang (Dewi dkk., 2015). *Crackers* akan dipipihkan terlebih dahulu dengan ketebalan \pm 3 mm, setelah itu dipipihkan kembali dengan alat pemipih dengan ketebalan \pm 2 mm . Setelah merekat satu sama lain antar lapisan, *crackers* akan dicetak bentuk persegi dengan ukuran 3x3 cm dan diberi lubang sebanyak \pm 12 lubang. Pemberian lubang bertujuan untuk mencegah *crackers* mengembang dibagian tengah dan memberikan panas yang rata agar *crackers* matang dengan sempurna.

2.3.3.4. Pemanggangan

Setelah adonan dicetak, adonan dipanggang dengan tujuan untuk mematangkan adonan, dan memberikan rasa serta warna yang menarik pada adonan *crackers*. Tahap pemanggangan ditujukan untuk mengawetkan produk karena mengurangi aktivitas air sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Fellows, 2000). Selama waktu pemanggangan akan terjadi beberapa perubahan seperti adonan mengembang atau peningkatan volume adonan akibat reaksi gelatinisasi karena adanya air, serta terlepasnya CO₂ dari dalam permukaan dan penguapan air sehingga struktur *crackers* mengeras. Dalam pembuatan *crackers*, pada saat pemanggangan dapat terjadi gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan peristiwa yang terjadi selama pemanggangan, sedangkan selama proses pendinginan dan penyimpanan terjadi retrogradasi (Gray and BeMiller, 2003). Selain itu, terjadi pengurangan kadar air 1-4%, perubahan warna adonan akibat reaksi Maillard yang terjadi di atas suhu 100⁰C (Hartoyo dan Sunandar, 2006).

Gelatinisasi merupakan proses pembentukan gel pati yang diawali dengan pembengkakan granula pati akibat penyerapan air selama pemanasan.

Gelatinisasi terjadi dengan melibatkan ukuran granula, persentase amilosa, bobot molekul, dan derajat kristalisasi dari molekul pati di dalam granula. Proses

gelatinisasi melibatkan peristiwa-peristiwa sebagai berikut: (1) hidrasi dan swelling (pembembangan) granula; (2) hilangnya sifat birefringent; (3) peningkatan kejernihan; (4) peningkatan konsistensi dan pencapaian viskositas puncak; (5) pemutusan molekul-molekul linier dan penyebarannya dari granula yang telah pecah (Moorthy, 2004).

Proses gelatinisasi terjadi pada tiga tahap. Pertama diawali dengan adanya penyerapan air oleh granula pati sampai pada batas pati akan mengalami pengembangan secara lambat, ketika air secara perlahan dan bolak balik berimbibisi ke dalam granula yang menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan hidrogen antara molekul-molekul granula. Kedua, pengembangan granula secara cepat karena adanya penyerapan air secara cepat sampai kehilangan sifat birefringence-nya. Ketiga, granula akan pecah jika air yang masuk mencukupi dan suhu terus naik sehingga molekul amilosa keluar dari granula (Kusnandar 2010).

Molekul amilosa yang keluar pada proses pemanggangan dari granula berikatan kembali satu sama lain dan berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-ketika pemanggangan selesai dan didinginkan. Peristiwa tersebut merupakan retrigradasi. Retrogradasi merupakan proses bersatunya kembali molekul-molekul amilosa yang keluar dari granula pati yang telah pecah (saat pati dimasak dan tergelatinisasi) akibat penurunan suhu, membentuk stuktur kristalin, dan mengeras (Rozali dkk., 2018). Molekul-molekul amilosa akan berikatan satu sama lain serta berikatan dengan molekul amilopektin pada bagian luar granula, sehingga kembali terbentuk butir pati yang membengkak dan menjadi semacam jaring-jaring yang membentuk mikrokristal. Pada makanan ringan seperti biskuit dan *crackers*, retrogradasi bertujuan untuk membentuk tekstur yang renyah (Winarno,2004).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Laboratorium pengujian Badan Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Bandar Lampung, serta Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetch Bogor, pada bulan April sampai Juli 2023.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah bekatul beras putih yang diperoleh dari varietas padi Ciheurang, Mapan dan In Pari berasal dari Kec. Waway Karya, Lampung Timur, kulit buah naga merah (merk Melodytupy) yang diproduksi di Jakarta Timur, dan tepung terigu Cakra Kembar (merk Bogasari). Bahan tambahan yang digunakan adalah ragi (Fermipan), susu skim (Indoprima), margarin (Blue Band), garam halus (Refina), gula halus (Cap Ratu), soda kue (Koepoe Koepoe), dan air. Bahan kimia yang digunakan antara lain aquades, H_2SO_4 , HgO , $NaOH$, $CuSO_4$, H_3BO_3 , HCl , petroleum eter, etanol, indikator pp 1%, KOH , heksan, buffer posfat, termamy, enzim protease, amyloglukosidase, ETOH dan aseton.

Alat yang digunakan untuk pembuatan *crackers* antara lain baskom, loyang, paper bake, timbangan digital, sendok, grinder, oven, *rolling pin*, alat pemipih lembaran, garpu, gelas, centong, plastik PE, plastik aluminium, centong dan plastic wrap.

Alat yang digunakan untuk analisis kimia dan fisik antara lain, oven, neraca

analitik, desikator, cawan porselen, bunsen, tanur listrik, labu Kjeldhal, soxhlet, water bath, buret, erlenmeyer, labu ukur, labu lemak, kertas saring, beaker glass, inkubator dan rheometer. Peralatan untuk uji sensori nampan, piring kecil, gelas, kuisioner, pena, dan tisu.

3.3. Metode Penelitian

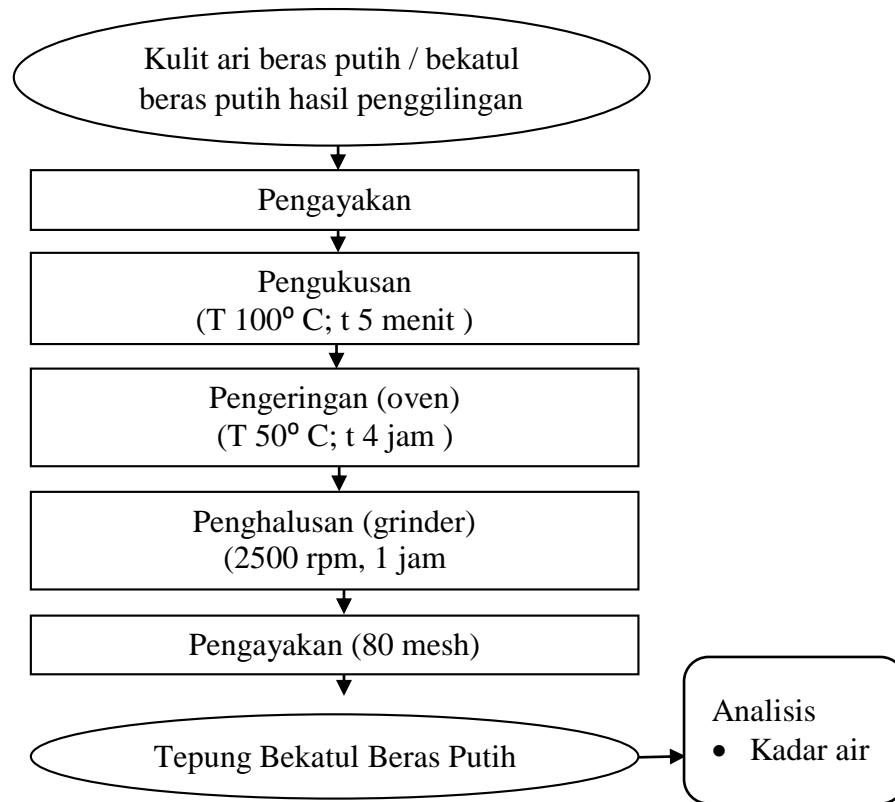
Penelitian ini disusun dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 5 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan perbandingan substitusi bekatul beras putih dan kulit buah naga merah terdiri dari 5 taraf yaitu perbandingan tepung terigu : tepung bekatul beras putih : tepung kulit buah naga merah masing-masing 100%:0%:0% (K0/kontrol), 80%:4%:16% (K1), 80%:8%:12% (K2), 80%:12%:8% (K3), dan 80%:16%:4% (K4). Data yang diperoleh diuji kehomogenannya dengan uji Bartlett dan kemenambahan data dengan uji Tuckey. Data yang diperoleh kemudian dianalisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Data diuji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan tepung bekatul beras putih

Pembuatan tepung bekatul beras putih menggunakan prosedur Swastika (2009) yang telah dimodifikasi. Tahap pertama bekatul / kulit ari beras putih yang sudah terpisah dari biji beras diambil dari hasil penyosahan dari mesin penggilingan beras. Bekatul yang diperoleh kemudian diayak dengan ayakan biasa, lalu diblanching dengan pengkusan pada suhu 100⁰ C selama 5 menit. Blanching dilakukan untuk mendenaturasi protein pada enzim lipase, sehingga enzim dapat inaktif (Pengurangan kadar air bekatul dilakukan dengan pengovenan pada suhu 50⁰ C selama 4 jam. Bekatul kering digrinder lalu diayak dengan ayakan 80 mesh dan didiamkan pada suhu ruang. Bekatul beras putih kemudian dianalisis kadar

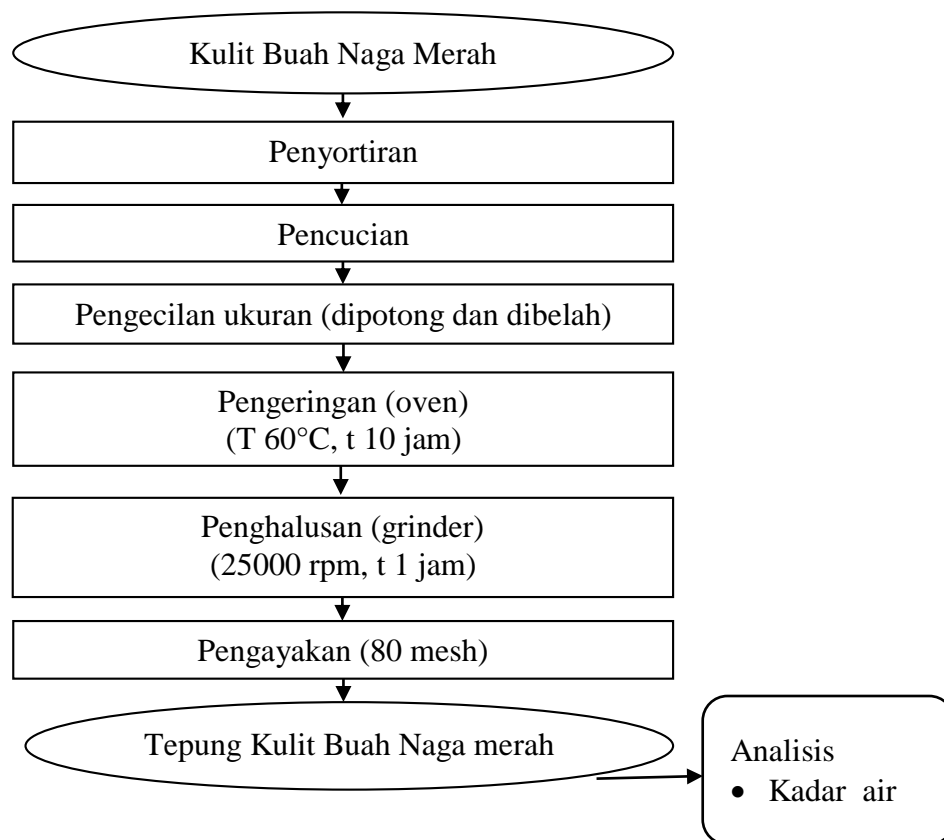
air. Diagram alir pembuatan tepung bekatul beras putih dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir pembuatan tepung bekatul beras putih
Sumber : Swastika (2009) yang dimodifikasi

3.4.2. Pembuatan tepung kulit buah naga merah

Pembuatan tepung kulit buah naga menggunakan prosedur Sarofatin dan Wahyono (2018) yang telah dimodifikasi. Kulit buah naga disortir terlebih dahulu untuk memilih kulit buah naga dengan kualitas yang baik. Setelah disortir, kulit buah naga dicuci dengan air bersih. Kulit buah naga yang sudah dicuci, dipotong dengan ukuran yang lebih kecil dan dibelah, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 10 jam. Kulit buah naga yang sudah kering selanjutnya dihancurkan dengan grinder dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Tepung kulit buah naga kemudian dianalisis kadar air. Diagram alir pembuatan tepung kulit buah naga merah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir pembuatan tepung kulit buah naga merah
Sumber : Sarofatin dan Wahyono (2018) yang dimodifikasi

3.4.3. Pembuatan *crackers*

Proses pembuatan *crackers* menggunakan prosedur Nawansih dkk. (2020) yang telah dimodifikasi. Modifikasi yang dilakukan yaitu penggunaan bahan utama, suhu pengovenan lalu digunakan suhu pengovenan berdasarkan penelitian Abdullah dkk. (2023), dan komposisi bahan yang disesuaikan dengan *trial and error* yang telah dilakukan. Tahap awal adalah ditimbang ketiga tepung yakni tepung terigu, tepung bekatul beras putih dan tepung kulit buah naga sesuai perlakuan yaitu 100%:0%:0% (K0/kontrol), 80%:4%:16% (K1), 80%:8%:12% (K2), 80%:12%:8% (K3), dan 80%:16%:4% (K4). Margarin sebanyak 30 g, gula halus 16 g, garam 2 g, dan susu skim 10 g dikocok sampai merata selama ± 3 menit sehingga dihasilkan campuran 1. Di wadah yang berbeda dimasukkan tepung bekatul beras putih, tepung kulit buah naga merah, tepung terigu, ragi 1 g dan baking powder 1 g dicampurkan dan diaduk merata sampai homogen

(campuran 2). Campuran 2 dicampurkan ke campuran 1 dengan ditambahkan air 50 mL, diuleni hingga merata dan kalis.

Adonan yang sudah kalis difermentasi selama 1 jam pada suhu ruang dalam wadah baskom yang ditutup plastik wrap dan kain (Kiranawati dkk., 2021). Setelah adonan selesai difermentasi, adonan dipipihkan dengan rolling pin dan alat pipih dengan ketebalan ± 3 mm. Adonan selanjutnya dicetak bentuk lingkaran dengan ukuran 3x3 cm dan diberi lubang dengan garpu sebanyak ± 12 lubang yang bertujuan agar panas oven masuk merata sehingga *crackers* matang merata. Adonan diletakkan diatas loyang yang dialasi dengan paper bake kemudian di oven pada suhu 130°C selama 15 menit.

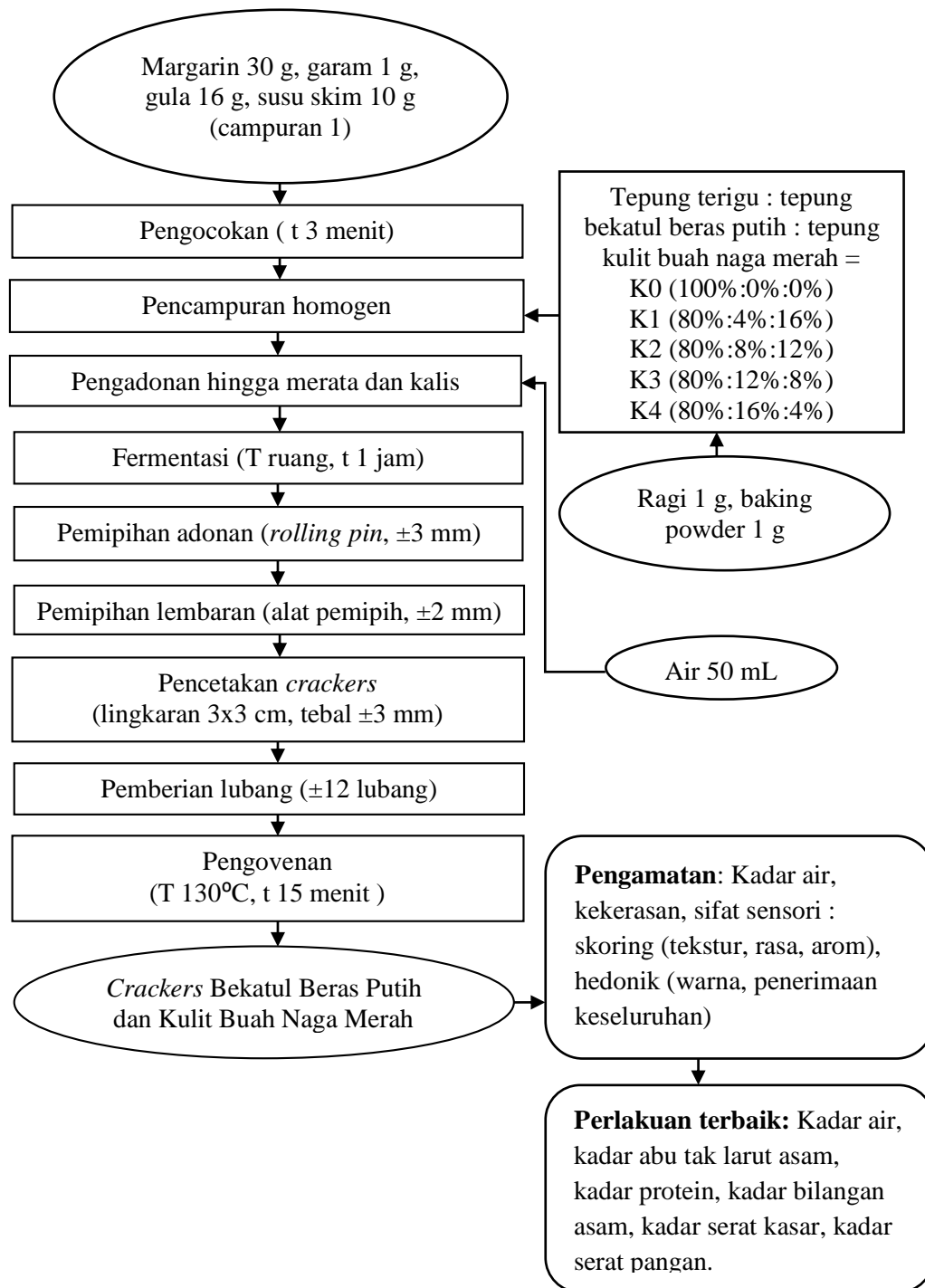
Crackers didiamkan pada suhu ruang. *Crackers* selanjutnya diamati kadar air, kekerasan (Rheometer) dan uji sensori. *Crackers* terbaik diuji kadar abu tak larut asam, kadar protein, kadar bilangan asam (SNI 2973:2018), serat kasar dan serat pangan. Formulasi bahan pembuatan *crackers* bekatul beras putih dan kulit buah naga merah dapat dilihat pada Tabel 11 , sedangkan diagram alir pembuatan *crackers* bekatul beras putih dan kulit buah naga merah disajikan pada Gambar 7.

Tabel 11. Formulasi pembuatan *crackers* bekatul beras putih dan kulit buah naga merah

Nama Bahan Baku	Perbandingan Formulasi Bahan				
	K0 (%)	K1 (%)	K2 (%)	K3 (%)	K4 (%)
	100:0:0	80:4:16	80:8:12	80:12:8	80:16:4
Tepung terigu (g)	100	80	80	80	80
Tepung bekatul (g)	0	4	8	12	16
Tepung kulit buah naga (g)	0	16	12	8	4
Ragi (g)	1	1	1	1	1
Margarin (g)	30	30	30	30	30
Garam (g)	2	2	2	2	2
Gula (g)	16	16	16	16	16
Baking powder (g)	1	1	1	1	1
Susu skim (g)	10	10	10	10	10
Air (mL)	50	50	50	50	50
Total (g)	210	210	210	210	210

Sumber : Nawansih dkk. (2020) yang dimodifikasi

Catatan : Persentase tepung terigu, tepung bekatul beras putih, dan tepung kulit buah naga merah dihitung dari total campuran ketiganya sebanyak 100 g.



Gambar 7. Diagram alir proses pembuatan *crackers* bekatul beras putih dan kulit buah naga merah
Sumber : Nawansih dkk. (2020) dan Abdullah dkk. (2023) yang dimodifikasi

3.5. Pengamatan

3.5.1. Kadar air *crackers*

Pengujian kadar *crackers* menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2015). Cawan porselen kosong dikeringkan pada oven 105°C selama 30 menit, kemudian cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang. Sampel *crackers* yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan porselen yang telah diketahui berat konstannya. Selanjutnya cawan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang, perlakuan ini diulang sampai dicapai berat konstan Rumus perhitungan kadar air *crackers* adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

A = Berat cawan+sampel sebelum pengeringan (g)

B = Berat cawan+sampel setelah pengeringan (g)

C = Berat sampel (g)

3.5.2. Kekerasan *crackers*

Pengujian fisik *crackers* untuk menguji kekerasan atau tekstur dari *crackers* menggunakan alat Rheometer (Compac-100 II Sun Scientific Co.Ltd). Prinsip dari pengukuran ini adalah dengan memberikan gaya tekan kepada bahan dengan besaran N (newton) sehingga tekstur bahan dapat diukur. Alat uji dihidupkan kemudian sampel uji diletakkan di atas meja uji. Sebelum pengujian dilakukan, alat diset pada mode 20 dengan kedalaman 2 mm dan beban maksimum 100 N. Alat kemudian dijalankan dengan mengatur tinggi rendah sampel sehingga jarum probe dapat mengenai sampel dengan tepat. Hasil kekerasan yang diperoleh akan tertera pada layar berupa angka saat alat saat probe sudah mengenai sampel sesuai kedalaman yang sudah diatur (Dameswari dkk., 2017). Pengujian diulang sebanyak 3 kali dengan sampel acak (diambil reratanya) untuk setiap perlakuan.

3.5.3. Uji sensori

Uji sensori pada produk *crackers* bekatul beras putih dan kulit buah naga merah dilakukan terhadap parameter rasa, aroma, warna dan tekstur. Penilaian parameter tekstur, rasa, dan aroma menggunakan uji skoring, sedangkan parameter warna penilaian keseluruhan menggunakan uji hedonik (Rista dkk., 2018). Pada uji skoring menggunakan panelis terlatih dari kalangan mahasiswa THP 12 orang dan untuk uji hedonik menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang yang akan diberikan sampel dengan kode acak dan diminta menilai produk sesuai apa yang diminta. Contoh kuisioner yang digunakan dalam pengujian sensori dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Lembar kuisioner uji skoring *crackers* bekatul beras putih dan kulit buah naga

KUISIONER UJI SKORING					
Nama	:				
Tanggal	:				
Produk	:	<i>Crackers</i> bekatul beras putih dan kulit buah naga			
<p>Di hadapan anda disajikan lima sampel <i>crackers</i>. Anda diminta untuk menilai tekstur, rasa dan aroma dengan memberikan skor penilaian 1 sampai 5. Cicip sampel tersebut kemudian tulislah skor pada tabel berikut dengan menulis angka sesuai keterangan .</p>					
Parameter	Kode Sampel				
	935	316	874	421	771
Tekstur					
Rasa					
Aroma					
<p>Keterangan skor uji skoring <i>crackers</i> bekatul beras putih dan kulit buah naga merah terhadap tekstur, rasa, dan aroma masing masing sampel sebagai berikut:</p>					
Tekstur	Rasa	Aroma			
5 : sangat renyah	5 : sangat tidak pahit	5 : sangat tidak tengik			
4 : renyah	4 : tidak pahit	4 : tidak tengik			
3 : agak renyah	3 : agak pahit	3 : agak tengik			
2 : tidak renyah	2 : pahit	2 : tengik			
1 : sangat tidak renyah	1 : sangat pahit	1 : sangat tengik			

Tabel 13. Lembar kuisioner uji hedonik *crackers* bekatul beras putih dan kulit buah naga

KUISIONER UJI SKORING					
Nama	:				
Tanggal	:				
Produk	: <i>Crackers</i> bekatul beras putih dan kulit buah naga				
<p>Di hadapan anda disajikan lima sampel <i>crackers</i>. Anda diminta untuk menilai tingkat kesukaan dan mengevaluasi sampel <i>crackers</i> berdasarkan warna dan penilaian keseluruhan (tekstur, rasa dan aroma). Berikan penilaian anda dengan cara menuliskan skor 1 sampai 5 dibawah kode sampel pada tabel penilaian berikut</p>					
Parameter	Kode Sampel				
	935	316	874	421	771
Warna					
Penilaian keseluruhan (tekstur, rasa, aroma)					
<p>Keterangan skor uji hedonik terhadap parameter warna dan penerimaan keseluruhan <i>crackers</i> sebagai berikut :</p> <p>5 : sangat suka 4 : suka 3 : agak suka 2 : tidak suka 1 : sangat tidak suka</p>					

3.5.4. Perlakuan terbaik

3.5.4.1. Kadar abu tidak larut asam

Prosedur analisis kadar abu tidak larut asam pada *crackers* menggunakan prinsip proses pengabunan dan pelarutan dengan asam klorida (SNI 2973:2018). Cawan kosong dimasukkan kedalam tanur untuk menghilangkan kadar air dan komponen lain yang masih ada didalamnya selama 15 menit pada suhu 500-600°C lalu didinginkan dalam desikator. Sampel *crackers* sebanyak 10 g dimasukkan kedalam cawan (W1). Dimasukkan cawan kedalam tanur pada suhu

600°C kurang lebih selama 1 jam, cawan dikeluarkan dan didinginkan pada desikator selama ± 30 menit. Hasil yang diperoleh ditimbang, dan dimasukkan kembali kedalam tanur selama 1 jam, didinginkan kembali di desikator, ditimbang dan proses tersebut dapat dihentikan sampai berat abu konstan (tidak ada perubahan berat saat ditimbang). Berat residu yang ada digunakan untuk menduga presentase abu total. Kemudian, ditambahkan 5-20 mL larutan HCl 10% ke dalam residu. Campuran disaring menggunakan kertas saring, lalu endapan dan kertas saring dimasukkan kedalam cawan. Dimasukkan dalam tanur selama 1 jam pada suhu 600°C, lalu dinginkan cawan didalam desikator dan timbang. Cawan dimasukkan kembali kedalam tanur, didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang. Langkah tersebut terus dilakukan hingga mendapat bobot konstan (tidak ada perubahan berat saat ditimbang) (W2).

$$\text{Abu tidak larut asam (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = bobot sampel awal (g)

W2 = bobot residu setelah perlakuan asam (g)

3.5.4.2. Kadar protein

Prosedur analisis kadar protein *crackers* menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2005). Sampel *crackers* yang telah dihaluskan ditimbang 1 g, lalu ditambahkan 15-25ml H₂SO₄ pekat, 3 g CuSO₄ dan 7 g K₂SO₄ kedalam labu Kjeldahl. Sampel didestruksi diatas pemanas listrik dalam lemari asam hingga warna cairan menjadi jernih kebiruan. Hasil destruksi, dimasukkan kedalam tabung destilasi dan ditambahkan aquades hasil bilasan tabung destruksi (± 50 mL). Ditambahkan 20 mL NaOH 40% an ditambahkan indikator pp (3 tetes). Ditambahkan aquades hingga setengah tabung destilasi. Pada penampung destilat diberikan erlenmeyer yang ditambahkan 20 mL HCl 0,1 N dan ditambahkan 3-5 tetes indikator metil merah. Hasil destilasi kemudian dititrasi dengan menambahkan HCl 0,1 N. Titrasi diakhiri ketika warna larutan berubah dari hijau muda menjadi ungu muda atau jingga. Dicatat volume titrasi yang dihasilkan. Prosedur yang sama

dilakukan dari tahapan destruksi sampai titrasi pada larutan blanko yaitu dengan tanpa penambahan sampel dan digantikan oleh aquades. Hasil titrasi larutan dengan sampel dihitung sebagai V_a dan hasil titrasi tanpa sampel (blanko) dihitung sebagai V_b .

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(V_a - V_b) \times N \text{ HCL} \times 14,007 \times 6,25}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

V_a = mL HCl untuk titrasi sampel

V_b = mL HCl untuk titrasi blanko

N = normalitas HCl standar yang digunakan

W = berat sampel (g)

14,007 = berat atom nitrogen

6,25 = faktor konversi

3.5.4.3. Kadar bilangan asam

Pengujian kadar bilangan asam menggunakan prinsip pelarutan sampel (SNI 2973:2018). Pengujian kadar bilangan asam dilakukan sebagai upaya memenuhi standar mutu biskuit SNI 2973:2018. Pengujian bilangan asam digunakan untuk menentukan asam lemak bebas dalam suatu produk yang dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH/NaOH (Mahbub dan Khasanah, 2023). 10 g sampel *crackers* dimasukkan kedalam labu erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL etanol panas yang telah dinetralkan dan 2 mL indikator fenolflatelin (PP). dititrasi dengan dengan KOH 0,1 M atau NaOH 0,1 M sampai terbentuk warna merah muda. Perhitungan bilangan asam dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Bilangan asam (\%)} = \frac{V \times M \times 56,1}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

V = volume KOH atau NaOH yang diperlukan dalam penitiran sampel (mL)

M = molaritas larutan KOH atau NaOH (M)

W = berat sampel (g)

56,1 = berat masa lemak

3.5.4.4. Kadar serat kasar

Pengujian serat kasar menggunakan metode pelarutan dengan asam dan basa (AOAC, 2005). Tahap awal yakni sampel ditimbang sebanyak 1 g yang selanjutnya dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 mL. Lalu ditambahkan asam sulfat 0,325 N sebanyak 100 mL. Campuran tersebut direfluks selama 30 menit, kemudian disaring. Larutan yang sudah disaring kemudian ditambahkan aquades hingga ph netral dan ditambahkan NaOH 1,25 N sebanyak 50 ml dan direfluks kembali selama 30 menit. Sampel diangkat lalu didinginkan. Sampel selanjutnya disaring dengan kertas saring, kemudian residu yang tertinggal dicuci dengan aquades 25 mL, lalu dicuci kembali dengan etanol 95% sebanyak 20 mL. pencucian terakhir digunakan K₂SO₄ 10% sebanyak 25 mL. Residu tersebut kemudian dikeringkan dalam oven suhu 105⁰ C selama 2 jam. Selanjutnya dimasukkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Pengeringan dilakukan sampai bobot konstan. Perhitungan serat kasar dapat digunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{B - A}{X} \times 100\%$$

Keterangan :

X = berat sampel awal (g)

A = berat kertas saring (g)

B = berat kertas saring + sampel setelah dioven (g)

3.5.4.5. Kadar serat pangan

Perhitungan kadar serat pangan menggunakan metode enzimatik (AOAC, 2005). *Crackers* bubuk sebanyak 1 gram, dimasukkan dalam beaker glass 400 mL lalu ditambahkan 50 mL buffer posfat, pH 6,0 dan ditambahkan 50 µL larutan termamyl. Sampel ditutup dengan aluminium foil dan dipanaskan dengan penangas air pada suhu 90-100⁰C kemudian didiamkan selama 15 menit dan diaduk perlahan setiap 5 menit. Sampel diatur pada ph 7.5 dengan menambahkan 10 mL NaOH 0,275 N, kemudian ditambahkan 100 µL enzim protease dan

diinkubasi selama 60⁰C selama 10 menit lalu didinginkan. HCL 0,325 N sebanyak 10 mL ditambahkan agar ph mencapai 4.5 lalu ditambahkan 200 μ L enzim amiloglukosidase, kemudian diinkubasi pada suhu 60⁰C selama 30 menit. Selanjutnya sampel diendapkan dengan menambahkan 280 ml etanol 95% dengan suhu 60⁰C lalu didiamkan selama 60 menit.

Hasil endapan disaring dan ditimbang menggunakan kertas saring, kemudian dicuci dengan 3 x 20 mL etanol 78%, 2 x 10 mL etanol 95% dan 2 x 10 ml aseton. Endapan kemudian dioven pada suhu 105⁰C selama 24 jam lalu ditimbang dan dihitung berat residu keringnya ($W_{\text{residu kering}}$). Residu yang diperoleh kemudian dilakukan untuk analisis kadar abu ($W_{\text{abu residu}}$) dan protein residu ($W_{\text{protein residu}}$), sehingga dapat diperoleh berat residu dan protein residu. Perhitungan serat kasar dapat digunakan rumus sebagai berikut

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

Keterangan :

A = $W_{\text{residu kering}}$ (g)

B = $W_{\text{abu residu}}$ (g)

C = $W_{\text{protein residu}}$ (g)

W = berat awal sampel (g)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Crackers terbaik adalah perlakuan K4 (tepung terigu 80% : tepung bekatul 16% : tepung kulit buah naga 4%). Perlakuan K4 memiliki kadar air sebesar 3,30%, nilai kekerasan 4,21 N, skor tekstur 4,48% (renyah), skor rasa 3,90% (agak pahit), skor aroma 4,19% (tidak tengik), skor warna 4,16% (suka) dan skor penerimaan keseluruhan 3,39% (agak suka), serta memiliki kadar abu tak larut asam 0,08%, kadar protein 7,38%, kadar bilangan asam 7,90 (mg KOH/g), kadar serat kasar 4,47% dan kadar serat pangan 7,03%. Kadar air, kadar abu tak larut asam dan kadar protein *crackers* telah memenuhi standar mutu biskuit, sedangkan kadar bilangan asam tidak memenuhi standar mutu biskuit (SNI 2973:2018).

5.2. Saran

1. Diperlukan penyimpanan tepung bekatul dan tepung kulit buah naga pada suhu rendah untuk mempertahankan kualitas tepung agar dapat menghasilkan *crackers* sesuai SNI 2973:2018
2. Ketebalan adonan dan waktu tunggu pemanggangan pada proses pencetakan *crackers* harus tepat sehingga menghasilkan *crackers* dengan tekstur dan ukuran yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Nurjanah., Seulalae, A.V. dan Firdaos, A.N. 2023. Komposisi kimia, mineral, dan vitamin *crackers* prebiotik dengan penambahan garam rumput laut. *JPHPI: Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 26(1):153-163. DOI: 10.17844/jphpi.v26i1.38526.
- Ahmadi, A. 2009. *Ilmu Sosial Dasar*. Rineka. Jakarta. 362 hlm.
- Ambarwati, A.D. 1992. Regenerasi tanaman padi javanica, indica dan japonica. *Prosiding Lokakarya Penelitian Komoditas dan Studi Kasus*. 2:746-756.
- Andarwulan N, Kusnandar, F dan Herawati, D. 2011. *Analisis Pangan*. PT. Dian Rakyat. Jakarta. 328 hlm.
- Anwar, E.N. dan Wendi. 2020. Pemeriksaan bilangan peroksida pada minyak goreng yang sudah dipakai beberapa kali oleh penjual gorengan di Simpang Empat Pagar Dewa Kota Bengkulu. *Jurnal Ilmiah Farmacy*. 7(1):45-58. DOI:10.52161/jiphar.v7i1.112.
- Aprilia, T. dan Rakhmawati. 2021. Quality improvement of feed chemical composition with the addition of dragon fruit skin flour (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 9(2):1101-1108. DOI:10.23960/jrtbp.v9i2.p1101-1108.
- Arctos Plants. 2017. *Taxonomy Details for Hylocereus polyrhizus (F.A.C. Weber) Britton & Rose*. IPNI (The International Plant Names Index). <http://arctos.database.museum/name/Hylocereus%20polyrhizus>. (Diakses pada tanggal 9 Desember 2022).
- Arini, L.D.D. 2017. Faktor-faktor penyebab dan karakteristik makanan kadaluarsa yang berdampak buruk pada kesehatan masyarakat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2(1):15-24. DOI:10.33061/jitipari.v2i1.1531.
- Arsa, M. 2016. Proses Pencoklatan (*Browning Process*) Pada Bahan Pangan. *Artikel Ilmiah*. 12 hlm.
- Artama, T. 2001. Pemanfaatan Tepung Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) untuk Meningkatkan Mutu Fisik dan Nilai Gizi *Crackers*. (Tesis). Program PascaSarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 86 hlm.

- Aryanta, I.W.R. 2022. Manfaat buah naga untuk kesehatan. *Jurnal Widya Kesehatan*. 4(2):8-13. DOI:10.32795/widyakesehatan.v4i2.3386
- Association of Official Analytical (AOAC). 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International 20th Edition*. AOAC Inc. Arlington. 1500 p.
- Association of Official Analytical (AOAC). 2015. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International 20th Edition*. AOAC Inc. Arlington. 814 p.
- Astawan, M. 2006. *Membuat Mie dan Bihun*. Penebar Swadaya. Jakarta. 72 hlm.
- Astawan, M. dan Leomitro, A. 2009. *Khasiat Whole Grain: Makanan Kaya Serat untuk Hidup Sehat*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 181 hlm.
- Astuti, D., Kawiji. dan Nuhhartadi, E. 2018. Kajian sifat fisik, kimia dan sensoris crackers substitusi tepung sukun (*Artocarpus communis*) termodifikasi asam asetat dengan penambahan sari daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 11(1):1-10.
- Astuti, S., Suharyono, A.S., dan Anayuka, S.A. 2019. Sifat fisik dan sensori flakes pati garut dan kacang merah dengan penambahan tiwul singkong. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 19(3): 225-235. DOI: /10.12871/jppt.v19i3.1440.
- Asyik, N., Ansharullah, A. dan Rusdin, H. 2018. Formulasi pembuatan biskuit berbasis tepung komposit sagu (*Metroxylon sp.*) dan tepung ikan teri (*Stolephorus commersonii*). *BioWallacea : Jurnal Penelitian Biologi*. 5(1):696-707.
- Aulana, L.N., Sugiyono,S. dan Syamsir,E. 2015. Karakteristik sifat fisikokimia dan fungsional terigu modifikasi panas. *Jurnal Mutu Pangan*. 1(2): 96-102.
- Aydogan, S., Sahih, M., Akcacik, A.G., Hamzaoglu, S. dan Taner. 2015. Relationships between farinograph padameters and bread volume, physicochemical traits in bread wheat flours. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*. 3(1):14-18.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM). 2022. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No. 1 Tahun 2022 : *Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan*. Direktorat Standarisasi Produk Pangan, Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya. Jakarta. 91 hlm.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM). 2022. *Handbook Registrasi Pangan Olahan Biskuit, Kukis, Wafer dan Krekers*. Direktorat Registrasi Pangan Olahan, Deputi Bidang Pengawasan Pangan Olahan. Jakarta. 88 hlm.

- Badan Standardisasi Nasional. 1998. *SNI 01-4439-1998 : Bekatul*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 7 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *SNI 3751:2009: Syarat Mutu Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 39 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional. 2018. *SNI 2973-2018: Syarat Mutu Biskuit*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 27 hlm.
- Basito. 2012. Kajian substitusi bekatul beras merah dan beras hitam terhadap sifat sensoris dan fisikokimia pada pembuatan roti tawar. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 5(2):24-31. DOI:10.20961/jthp.v0i0.13536.
- Basuki, N., Harijono., Kuswanto. dan Damanhuri. 2005. Studi pewarisan antosianin pada ubi jalar. *AGRIVITA : Journal of Agricultural Science*. 27(1):63-68.
- Bimo., Saptariana., Rosidah. Dan Wahyuningsih. 2022. Eksperimen pembuatan chiffon cake substitusi tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus Polyrhizus*) pada kesukaan masyarakat, kandungan vitamin c, dan flavonoid. *Jurnal Teknologi Busana Dan Boga*. 10(2):150-158. DOI:10.15294/teknobuga.v10i2.37543.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H. and Wootton, M. 2009. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 364 hlm.
- Budijanto S., Sukarno, dan Kusbiantoro B. 2010. Inaktivasi Enzim Lipase untuk Stabilisasi Bekatul (Maksimum FFA 5%) 4 Varietas Padi sebagai Bahan Ingredien Pangan Fungsional yang Dapat Disimpan 6 Bulan. *Laporan Hasil Penelitian KKP3T*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 13 hlm.
- Cahyono, B. 2009. *Buku Terlengkap Sukses Bertanam Buah Naga*. Pustaka Mina. Jakarta. 106 hlm.
- Chaunier, L., Valle, G.D., and Lourdin, D. 2007. Relationship between texture, mechanical properties and structure of corn flakes. *Food Research International Journal*. 40(4):493-503.
- Citramukti, I. 2008. Ekstraksi dan Uji Kualitas Pigmen Antosianin Pada Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*.) (Kajian Masa Simpan Buah dan Penggunaan Jenis Pelarut). (Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. 114 hlm.
- Coritama, C., Pranata, F.S. dan Swasti, Y.R. 2021. Manfaat bekatul beras putih dan angkak dalam pembuatan cookies dan roti. *Muhammadiyah Journal of Nutrition and Food Science*. 2(1):43-57. DOI:10.24853/mjnf.2.1.43-57.
- Damayanti, E., Lien, T.T. dan Arbianto. 2007. *Rice Bran*. Penebar Swadaya. Jakarta. 90 hlm.

- Damayanti, E., dan Listyorini, D.I. 2006. Pemanfaatan bekatul rendah lemak pada pembuatan kripik simulasi. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 1(2):34-44.
- Dameswari, A.H., Darmawati, E.D. dan Nugroho, L.P.E. 2017. Kombinasi teknologi kemasan dan bahan tambahan untuk mempertahankan mutu kolang kaling. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 5(3):201-208.
- Darmajana, D.A., Agustina, W. dan Wartika. 2008. Pengaruh konsentrasi enzim α -amilase terhadap sifat fisik dan organoleptik filtrat bubur buah pisang (*bahan pembuatan tepung pisang instan*). *Lampung: Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*. Lampung. 12 hlm.
- De Garmo, E.P., Sullivan, W.G. and Candra, C.R. 1984. *Engineering Economy*. 7th editions. Mc Millan Publ. Co, New York. 669 hlm.
- Desrosier, N.W. 2008. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Edisi III. Penerjemah M. Muljohardjo. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 614 hlm.
- Dewi, S., Yayuk, C. dan Maya, A. 2015. Pengaruh substitusi terigu dengan tepung kacang merah pregelatinisasi terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik cookies. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 14(2):67-71.
- Dewi, S.K. 2008. Pembuatan Produk Nasi Singkong Instan Berbasis *Fermented Cassava Flour* Sebagai Bahan Pangan Pokok Alternatif. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 91 hlm.
- Enjelina, W., Rilza, Y.O. dan Erda, Z. 2019. Pemanfaatan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus sp.*) untuk memperpanjang umur simpan mie basah. *Jurnal AcTion: Aceh Nutrition Journal*. 4(1): 63-69. DOI:10.30867/action.v4i1.162.
- Erni, N., Kardiman. dan Fadilah, R. 2018. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap sifat kimia dan organoleptik tepung ubi talas (*Colocasia esculenta*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 4(1): 95-105. DOI:10.26858/jptp.v1i1.6223.
- Fabian, C. and Ju, Y.H. 2011. A Review on rice bran protein: its properties and extraction methods. *Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 51(9):816-827. DOI:10.1080 /10408398.2010.482678
- Fellows, P.J. 2000. *Food Processing Technology : Prinsiples and Practice*. 2nd Edition. Woodhead Publishing ltd. Cambridge. 591 p.
- Ferazuma, H., Marliyati, S.A., dan Amalia, L. 2011. Substitusi tepung kepala ikan lele dumbo (*Clarias Gariepinus Sp*) untuk meningkatkan kandungan kalsium crackers. *Jurnal Gizi Dan Pangan*. 6(1):18-22. DOI : 10.25182/jgp.2011.6.1.18-27.
- Ganorkar, P.M. and Jain, R.K. 2014. Effect of flaxseed incorporation on physical, sensorial, textural and chemical attributes of cookies. *International Food Research Journal*. 21(4): 1515-1521.

- Gaschler, M.M. and Stockwell, B.R. 2017. Lipid peroxidation in cell death. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 482(3):419-425.
- Ghasemzadeh, A., Karbalaii, M.T., Jaafar, H.Z.E. and Rahmat, A. 2018. Phytochemical constituents, antioxidant activity, and antiproliferative properties of black, red, and brown rice bran. *Chemistry Central Journal* 12(1):1-17. DOI : 10.1186/s13065-0180382-9
- Gloriani, M.D., Prarudiyanto, A. dan Alamsyah, A. 2019. Pengaruh Rasio Tepung Bekatul dan Tepung Terigu Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Bolu Kering. *Artikel ilmiah*. Program Study Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Mataram. 11 hlm.
- Gray, J.A. and BeMiller, J.N. 2003. Bread staling : molecular basis and control, comprehensive reviews. *Food Science and Food Safety*. 2(1):1-20.
- Handayani, S. 2014. Kandungan Kimia Beberapa Tanaman dan Kulit Buah Berwarna Serta Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Artikel Ilmiah*. Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 10 Hlm.
- Hardiyanti. Dan Nisah, K. 2019. Analisis kadar serat pada bakso bekatul dengan metode gravimetri. *AMINA : Ar-Raniry Chemistry Journal*. 1(3):103-107. DOI:10.22373/amina.v1i3.42.
- Hariyanti, R., Pamela, V.Y. dan Kusumasari, S. 2021. Review jurnal: aktivitas antioksidan pada beberapa produk berbahan dasar kulit buah naga merah. *JITIPARI : Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI*. 6(1):41-48. DOI:10.33061/JITIPARI.v6i1.4617.
- Harmain, R.M., Dali, F.A. dan Husain, R. 2018. *Karakteristik, Crackers dan Nonkalsium Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis)*. Artha Samudra. Gorontalo. 51 hlm.
- Hartati, S., Marsoni, Y., Suparmo. Dan Santoso, U. 2015. Komposisi kimia serta aktivitas antioksidan ekstrak hidrofolik bekatul beberapa varietas padi. *Agritech : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 35(1):35-42. DOI:10.22146/agritech.9417.
- Hartoyo dan Sunandar S. 2006. Pemanfaatan tepung komposit ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L*) kecambah kedelai (*Glycine max Merr.*) dan kecambah kacang hijau (*Virginia radiata*) sebagai substitusi parsial terigu dalam produk pangan alternatif biskuit kaya energi protein. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 17(1): 50-57.
- Haryadi. 2008. *Teknologi Pengolahan Beras*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 239 hlm.

- Henderson A.J., Ollila C.A., Kumar A., Borreses E.C., Raina K., Agarwal R. and Ryan E.P. 2012. Chemopreventive properties of dietary rice bran: current status and future prospects. *Advances in Nutrition*. 3(1):643-653. DOI:10.3945/an.112.002303.
- Herodian, S. 2007. Peluang dan tantangan industri berbasis hasil samping pengolahan padi. *Jurnal Pangan*. 16(1):38-49.
- Hildayanti, T.M. dan Pangesthi, L.T. 2017. Pengaruh substitusi bekatul dan jenis *shortening* terhadap sifat organoleptik sus kering. *Journal Boga*. 5(1):20-39.
- Husna, N.E. 2014. Dendeng ikan leubiem (*Canthidermis maculatus*) dengan variasi metode pembuatan, jenis gula dan metode pengeringan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 6(3):76-81. DOI:10.17969/jtipi.v6i3.2316.
- Hustiany, R. 2016. *Reaksi Maillard : Pembentukan Citarasa dan Warna pada Produk Pangan*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. 137 hlm.
- Hustini., Nurdjanah, S. dan Prakasa, R. 2015. Aplikasi gluten enkapsulasi pada proses pembuatan mie tapioka. *Biopropal Industri*. 6(1):29-36.
- Ilham, N. 2015. Ketersediaan produk samping tanaman dan industri pertanian sebagai pakan ternak mendukung peningkatan produksi daging nasional. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 33(1): 47–61. DOI:10.21082/fae.v33n1.2015.47-61.
- Irakli, M., Katsantonis, D. and Kleisiaris, F. 2015. Evaluation of quality attributes, nutraceutical components and antioxidant potential of wheat bread substituted with rice bran. *Journal Cereal Science*. 65(3):74-80. DOI:10.1016/j.jcs.2015.06.010.
- Irmayanti, I.H., Syam. dan Jamaluddin, P. 2017. Perubahan tekstur kerupuk berpati akibat suhu dan lama penyangraian. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 3(1):165-174.
- Ismawati., Destryana, R.A. dan Huzaimah, N. 2020. Mutu organoleptik daya terima panelis terhadap *crackers* kasembukan (*Paederi foetida* Linn.) sebagai pangan fungsional. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 14(1):67-74. DOI:10.21107/agrointek.v14i1.6313.
- Jaafar, A.R., Nazri, M., dan Khairuddin, W. 2009. Proximate analysis of dragon fruit (*Hylecereus polyhizus*). *American Journal Applied Sciences*. 6(2):1341-1346.

- Jafary, S.U.H., Ahmad, R.S., Hussain, M.B., Rehman, T.U., Majeed, M., Khan, M.U. and Shariati, M.A. 2018. Investigation of changes in antioxidant activities of caramelization products under various time regimes and pH ranges. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. 10(4):116-128.
- Jamilah, B., Shu, C.E., Kharidah, M., Dzulkifly, M.A. and Noranizan, A. 2011. PhysicoChemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus Polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*. 18(1):279–286.
- Janathan. 2007. Karakteristik Fisikokimia Tepung Bekatul serta Optimasi Formulasi dan Pendugaan Umur Simpan Minuman Campuran Susu skim dan Tepung Bekatul. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 134 hlm.
- Kalpanadevi, C., Singh, V. and Subramanian, R. 2018. Influence of milling on the nutritional composition of bran from different rice varieties. *Journal of Food Science and Technology*. 55(6):2259-2269. DOI:10.1007/s13197018-3143-9.
- Kartika, B., Hastuti, P., dan Supartono, W. 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 116 hlm.
- Kemp, S.E., Hollowood, T. and Hort, J. 2009. *Sensory Evaluation: A Practical Handbook*. Wiley Blackwell. United Kingdom. 211 p.
- Kidnem, D.M.M., Nurdjanah, S., Suharyono, A.S. dan Zuidar, A.S. 2023. Kekerasan dan sifat sensori snack bar pada berbagai perbandingan tepung pisang kepok dan bekatul. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*. 2(1):75-85.
- Kiranawati, T.M., Rohajatien, U. dan Jayanti, R.S. 2021. Pengaruh lama fermentasi adonan terhadap sifat fisik dan kimia *crackers* substitusi tepung komposit. *Jurnal Agroindustri*. 11(2):133-142. DOI:10.31186/j.agroind.11.2.133-142.
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Roti : Seri Teknologi Pangan Populer*. eBookPangan.com. 26 hlm.
- Kristanto, D. 2014. *Berkebun Buah Naga*. Penebar Swadaya. Jakarta. 116 hlm.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan : Komponen Makro*. Dian Rakyat. Jakarta. 264 hlm.
- Kusnandar, F., Danniswara, H. dan Sutriyono, A. 2022. Pengaruh komposisi kimia dan sifat reologi tepung terigu terhadap mutu roti manis. *Jurnal Mutu Pangan*. 9(2):67-75. DOI:10.29244/jmpi.2022.9.2.67.
- Lange, M. dan Bogasari Baking Center. 2006. *Roti: teori dan resep internasional* Gaya Favorit Press. Jakarta. 120 hlm.

- Lara, E., Cortes, P., Briones, V. and Perez, M. 2011. Structural and physical modification of corn biscuit during baking process. *Journal LWT-Food Science and Technology*. 44(3):622-630.
DOI:10.1016/J.LWT.2017.07.035.
- Lestari, P., Reflinur. and Koh, H.J. 2014. Prediction of physicochemical properties of indonesian indica rice using molecular markers. *HAYATI :Journal of Biosciences*. 21(2):76-86. DOI:10.4308/hjb.21.2.76.
- Liandani, W. dan Zubaidah, E. 2015. Formulasi pembuatan mie instan bekatul (kajian penambahan tepung bekatul terhadap karakteristik mie instan). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(1):174-185
- Listyani, A. dan Zubaidah, E. 2015. Formulasi opak bekatul padi (kajian penambahan bekatul dan proporsi tepung ketan putih:terigu). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3):950-956.
- Lloyd, C.M. 2007. Karakteristik *Crackers* Berserat Dengan Kajian Rasio Tepung Beras Pecah Kulit dengan Tepung Gandum *Whole Wheat* dan Penambahan Jenis Bahan Pengembang. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 143 hlm.
- Lukito, A., Kharnolis, M., Suhartiningsih. dan Purwidiani, N. 2023. Hasil pangan samping: peluang usaha bahan setengah jadi dan olahan makanan berbasis biji durian. *Jurnal Tata Boga*. 12(1):1-11.
- Manley, D. 2000. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Woodhead Publishing CRC Press. England. 499p.
- Manoppo, S. 2012. Studi Pembuatan *Crackers* dengan Sukun (*Artocarpus comunis*) Prigelatinisasi. (Skripsi). Jurusan Ilmu Teknologi Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makasar. 52 hlm.
- Mardiana, L. 2012. *Daun Ajaib Tumpas Penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 172 hlm.
- Marjenah, M., Kustiawan, W., Nurhiftiani, I., Sembiring, K. H. M., dan Ediyono, R.P. 2018. Pemanfaatan limbah kulit buah-buahan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*. 1(2):1-8.
DOI:10.32522/ujht.v1i2.800.
- Marsigit, W., Bonodikun. dan Sitanggang, L. 2017. Pengaruh penambahan baking powder dan air terhadap karakteristik sensori dan sifat fisik biskuit mocaf. *Jurnal Agroindustri*. 7(1):1-10.
- Mazidah, Y.F.L., Kusumaningrum, I. dan Endah, D. 2018. Penggunaan tepung daun kelor pada pembuatan *crackers* sumber kalsium. *AGRIPA : Jurnal Arsip Gizi dan Pangan*. 3(2):67-79.

- Minah, F.N., Astuti, S. dan Jimmy. 2015. Optimalisasi proses pembuatan substitusi tepung terigu sebagai bahan pangan yang sehat dan bergizi. *Jurnal Industri Inovatif*. 5(2):1-8.
- Muhandri, T., Septien, D., Subarna. dan Koswara, S. 2018. Cookies kaya serat pangan dengan bahan dasar tepung asia (ampas) ubi jalar. *Jurnal Mutu Pangan*. 5(1): 43–49.
- Mulyani, H.R.A. dan Sujarwanta, A. 2018. *Lemak dan Minyak*. Lembaga Penelitian UM Metro Press. 80 hlm.
- Mulyani, T., Djajati, S. dan Rahayu, L.D. 2015. Pembuatan cookies bekatul (kajian proporsi tepung bekatul dan tepung mocaf) dengan penambahan margarine. *Jurnal Rekapangan*. 9(2):1-8.
- Munandar dan Iskak, A. 1995. *Teori Pastry*. Akademi Kesejahteraan Sosial Tarakanita. Yogyakarta. 30 hlm.
- Moorthy SN. 2004. *Tropical Sources of Starch*. Di dalam: Ann Charlotte Eliasson (ed). *Starch in Food: Structure, Function, and Application*. Florida Baco Raton: CRC Press. 321-359 pp.
- Nasrullah., Husain, H. dan Syahrir, M. 2020. Pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap stabilitas pigmen antosianin ekstrak asam sitrat kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrizus*) dan aplikasi pada bahan pangan. *Jurnal Chemica*. 21(2):43-53. DOI:10.35580/chemica.v21i2.17985.
- Nasution, J. 2022. Karakteristik flakes bekatul dengan substitusi tepung kacang putih (*Vigna unguiculata*) dalam variasi lama waktu pemanggangan. *JIMTANI : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 2(6):97-107.
- Nawansih, O., Rangga, A., Nurdjanah, S. dan Ernani, A.P. 2020. Substitusi tepung onggok terfermentasi dalam pembuatan *crackers*. *Majalah Teknologi Agro Industri*. 12(1):21-28.
- Niah, R. dan Helda. 2016. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit buah naga merah daerah pelaihari, kalimantan selatan dengan metode DPPH (2,2difenil-1-pikrilhidrazil). *Jurnal Pharmascience*. 3(2):36-42. DOI:10.20527/jps.v3i2.5736.
- Nirmalawaty, A. dan Mahayani, A.A.P.S. 2020. Analisa kimia bakpia kering substitusi tepung kulit buah naga. *STIGMA : Jurnal Matematika dan Ilmu Pengatahuan Alam Unipa*. 13(1):15-23. DOI:10.36456/stigma.13.12418.15-23.
- Noor, M.I. and Yufita, E. 2016. Identification content of the red dragon fruit extract skin using fourier transform infrared (FTIR) and phytochemistry. *Journal of Aceh Physics Society*. 5(1):14-16.

- Nurliyana, R.I.S., Zahir, K.M., Suleiman, M.R., Aisyah, A. and Rahim, K.K. 2010. Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study. *International Food Research Journal*. 17(2):367-375.
- Octaviane, R. 2014. Pengaruh Perlakuan Stabilisasi dan Tingkat Penambahan Tepung Bekatul Padi (*Rice Bran*) Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Bolu Kukus. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 94 hlm.
- Orthoefer, F.T. 2005. *Rice Bran Oil*. Di dalam : Shahidi, F. editor. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil And Fat Products: Edible oils. Ed ke- 6*. Canada: A John Wiley & Sons, Inc. Vol 2. 465-487 pp.
- Perdana, D.S. dan Muchriri, M. 2014. Pengaruh waktu blanching dan suhu pengeringan pada pembuatan tepung bekatul. *EDIBLE : Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknologi Pangan* 3(1):17-27. DOI:10.32502/jedb.v3i1.146.
- Perdana, N.S., Gusnadi, D. dan Achmad, S.H. 2021. Inovasi jajanan tradisional nagasari berbasis kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Proceeding of Applied Science*. 7(4):796-804.
- Priya, T.S.R., Nelson, A.R.L.E., Ravichandran, K., and Antony, U. 2019. Nutritional and functional properties of coloured rice varieties of south india: a review. *Journal of Ethnic Foods*. 6(11):1-11. DOI:10.1186/s42779-0190017-3
- Purnawati, R.T. 2015. Karakteristik Sensori Dan Fitokimia Sosis Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Dibuat Dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Bahan Pengikat. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas jember. Jember. 50 hlm.
- Puspita, D., Harini, N. dan Winarsih, S. 2021. Karakteristik kimia dan organoleptik biskuit dengan penambahan tepung kacang kedelai (*Glycine max*) dan tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*). *Food Technology and Halal Science Journal*. 4(1):52-65. DOI:10.22219/fths.v4i1.15627.
- Rao B.S.N. 2000. Nutritive value of rice bran. *Nutrition Foundation of India* : 5-8 pp.
- Rind, A. and Miano, T.F. 2018. Effect of shortening on sensory characteristics of wheat bread. *Journal of Food Process Technology*. 9(7):7-10. DOI:10.4172/2157-7110.1000741.
- Rista, E., Marianah, Y., dan Sulastri. 2018. Sifat kimia dan organoleptik biskuit pada berbagai penambahan ekstrak kulit buah naga merah. *Jurnal Agrotek*. 5(2):127-133. DOI:10.31764/agrotek.v5i2.704.

- Rohadi. 2009. *Sifat Fisik Bahan dan Aplikasinya dalam Industri Pangan*. Semarang University Press. Semarang. 143 hlm.
- Rosida, D.F. 2021. *Buku Ajar Modifikasi Pati dan Umbi-Umbian Lokal dan Aplikasinya untuk Produk Pangan*. Putra Media Nusantara. Surabaya. 249 hlm.
- Rozali, Z.F., Purwani, E.Y., Iskandriati, D., Palupi, N.S. dan Suhartono, M.T. 2018. Potensi pati resisten beras sebagai bahan pangan fungsional. *Pangan*. 27(3):215-224.
- Sachin, V.C.L., Jangam, L. and Mujumdar, A.S. 2010. *Basic Concepts and Definitions, in. Drying of food, vegetables, and fruits. : Volume 1*. Mechanical Engineering Departement and M3TC Natinal University Singapore. Singapore. 231 p.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S. and Kulkarni, P.R. 2006. Resistant starch: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5(1):1-7. DOI:10.1111/j.1541-4337.2006.tb00076.x
- Salma, L. 2008. *Titik Kritis Kehalalan Bahan Pembuat Produk Bakery dan Kue*. <http://lindasalma.multiply.com/journal/item/24?&ite mid=24&view:replies=reverse>. (Diakses Tanggal 15 Desember 2022).
- Sánchez-Muniz, F.J. 2012. Dietary fibre and cardiovascular health. *Journal Nutricion Hospitalaria*. 27(1):31-45. DOI:10.1590/S0212-16112012000100005
- Santosa, A. 2011. Serat pangan (dietary fiber) dan manfaatnya bagi kesehatan. *Magistra : Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*. 75(1):35-40.
- Sappu, E.E.B., Handayani, D. dan Rahmi Y. 2014. Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung daun turi (*Sesbania grandiflora*) terhadap mutu daging nabati. *Indonesian Journal Human Nutrition*. 1(2):114-127.
- Saputra, B.F., Rachmawanti, D.A. dan Praseptiangga, D. 2014. Kajian sensoris, sifat kimia dan sifat fungsional mi instan dengan substitusi bekatul beras merah dan tepung ubi jalar ungu. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(2):49-56.
- Sari, R., Fadilah, R., dan Sukainah, A. 2020. Pengaruh substitusi tepung buah mangrove jenis lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap kualitas mie basah. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 6(1):65-78.
- Sarofatin, A. dan Wahyono A. 2018. Pengaruh suhu pengeringan terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan bubuk kulit buah naga merah. *National Conference Proceedings of Agriculture : AGROPROSS*. 66(3):64-71. DOI:10.25047/agropross.2018.66.
- Sharif, M.K., Butt, M.S., Anjum, F.M. and Khan, S.H. 2014. Rice bran: a novel functional ingredient. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54(6):807-816. DOI:10.1080 /10408398.2011.608586.

- Sholeha, R. dan Agustin, R. 2021. Lipase biji-bijian dan karakteristiknya. *Journal of Chemistry*. 10(2):168-183. DOI:10.26740/ujc.v10n2.p168-183
- Siamtuti, W.S., Aftiarani, R., Wardhani, Z.K., Alfianto, N. dan Hartoko, I.V. 2017. Potensi tanin pada ramuan ngingang sebagai insektisida nabati yang ramah lingkungan. *Bioeksperimen*. 3(2):83-93.
- Simangunsong, D.R. 2014. Kajian Kandungan Zat Makanan dan Pigmen Antosianin Tiga Jenis Kulit Buah Naga (*Hylocereus Sp.*) Sebagai Bahan Pakan Ternak. (Skripsi). Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang. 77 hlm.
- Sitepu, K.M. 2019. Penentuan konsentrasi ragi pada pembuatan roti. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Agrokompleks*. 2(1):71-77.
- Skendi, A., Zinoviadou, K.G., Papageorgiou, M. and Rocha, J.M. 2020. Advances on the valorisation and functionalization of by-products and wastes from cereal-based processing industry. *Journal Foods*. 9(9):1243-1271. DOI: 10.3390/foods9091243.
- Suarni. 2005. Teknologi Pembuatan kue kering (cookies) berserat tinggi dengan penambahan bekatul jagung. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*. Bogor. 521–526 hlm.
- Subandoro, R. H., Basito. dan Windi, A. 2013. Pemanfaatan tepung millet kuning dan tepung ubi jalar kuning sebagai substitusi tepung terigu dalam pembuatan cookies terhadap karakteristik organoleptik dan fisikokimia. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(4):68-74.
- Sudigdo, P.N., Pranata, F.S. dan Swasti, Y.R. 2021. Penambahan bekatul sebagai sumber serat dan antioksidan pada roti : kajian pustaka. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 6(2):3731-3746. DOI:10.33772/jstp.v6i2.15514.
- Sugiyono., Esther, M. dan Aton, Y. 2013. Pembuatan *crackers* jagung dan pendugaan umur simpannya dengan pendekatan air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(2):129-137. DOI:10.6066/jtip.2013.24.2.129.
- Suhardjito, Y.B. 2007. *Pastry dalam Perhotelan*. ANDI. Yogyakarta. 201 hlm.
- Suhendri, D.A., Wulandari, Y.W. dan Widanti, Y.A. 2022. Brownies bebas gluten dari tepung mocaf dan substitusi tepung bekatul dengan variasi lama pemanggangan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan Unisri*. 7(1):20-29. DOI:10.33061/jitipari.v7i1.6101.
- Swastika, N.D. 2009. Stabilisasi Tepung Bekatul melalui Metode Pengukusan dan Pengeringsan RAK Serta Pendugaan Umur Simpannya. (Skripsi). Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat. 49 hlm.

- Tala, Z.Z. 2009. Manfaat Serat Bagi Kesehatan. *Laporan Penelitian*. Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara. Medan. 14 hlm.
- Tamanna, N. and Mahmood, N. 2015. Food processing and Maillard reaction products : effect on human health and nutrition (review article). *International Journal of Food Science*. 3(1):1-6.
DOI:10.1155/2015/526762
- Tamtarini dan Yuwanti, S. 2005. Pengaruh penambahan koro-koroan terhadap sifat fisik dan sensori flakes ubi jalar. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 6(3):187–192.
- Tarwendah, I.P. 2017. Jurnal review: studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(2):66-73.
- Tejasari. 2005. *Nilai Gizi Pangan*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 215 hlm
- Thahir, R. 2010. Revitalisasi penggilingan padi melalui inovasi pendukung swasembada beras dan persaingan global. *Buletin Pengembangan Inovasi Pertanian*. 3(3):171–183.
- Trihaditia, R., Syamsiah, M. dan Awaliyah, A. 2018. Penentuan formulasi optimum pembuatan cookies dari bekatul padi pandanwangi dengan penambahan tepung terigu menggunakan metode rsm (*response surface method*). *Jurnal Agroscience*. 8(2):212-230.
DOI:10.35194/agsci.v8i2.494.
- Trisnawati, C.Y., Srianta, I., Nugerahani, I and Marsoni, Y. 2019. Incorporating monascus-fermented durian seeds and rice brand into bread: study on the bread physicochemical and sensory properties. *Food Research*. 3(3):280-284. DOI:10.26656/fr.2017.3(3).015.
- Triwulandari, D., Mustofa, A. dan Karyantina, M. 2019. Karakteristik fisikokimia dan uji organoleptik cookies kulit buah naga (*Hylocereus undatus*) dengan substitusi tepung ampas tahu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2(1):61-66. DOI:10.33061/jitipari.v2i1.1537.
- Tuarita, M. Z., Sadek, N. F., Sukarno. dan Yuliana, N. D. 2017. Pengembangan bekatul sebagai pangan fungsional: peluang, hambatan, dan tantangan. *Artikel Ilmiah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 11 hlm.
- Utpott, M., Ramos, D.A.R., Galarza, V.C., Nunes, P.A.R, Tischer, B. and De Oliveira, R.A. 2020. Characterization and application of red pitaya (*Hylocereus Polyrhizus*) peel powder as a fat replacer in ice cream. *Journal Food Process and Preservation*. 44(5):1-10.
DOI:10.1111/jfpp.14420.

- Wati, M.S. dan Pangesthi, L.T. 2016. Pengaruh substitusi tepung bekatul (*rice bran*) dan jenis *shortening* terhadap sifat organoleptik cupcake. *Jurnal Tata Boga*. 5(1):108-117.
- Widiyawati, E., Ratnaningsih, N., dan Lastariwati, B. 2020. Uji kesukaan dan kandungan gizi millet crispy dari tepung millet sebagai snack alternatif sumber serat. *Warta Industri Hasil Pertanian*. 37(1):66-73.
- Williams and Margareth. 2001. *Food Experimental Perspective, Fourth Edition*. Prentice Hall. New Jersey. 203 hlm.
- Wijaya, F., Hintono, A. dan Pramono, Y.B. 2022. Sifat fisikokimia dan hedonik cookies oats dengan penggunaan tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 10(1): 9-17. DOI:10.21776/ub.jpa.2022.010.01.2.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 641 hlm.
- Winarti, S., Sarofa, U. dan Wulandari, V.V. 2020. Karakteristik fruit leather dari buah bidara (*Ziziphus mauritiana*) dan kulit buah naga merah serta rumput laut sebagai bahan pengikat. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 14(1):99-111. DOI:10.21107/agrointek.v14i1.7042.
- Wu, L.C., Hsu, H.W., Chen, Y., Chiu, C.C. and Ho, Y.I. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*. 95(1):319-322. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.01.002.
- Wulandari, M. dan Handarsari, E. 2010. Pengaruh penambahan bekatul terhadap kadar protein dan sifat organoleptik biskuit. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 1(2):55-62. DOI:10.26714/jpg.1.2.2010.%25p.
- Yunani, T. 2017. Substitusi Tepung Bekatul Beras Merah Terhadap Kadar Protein dan Tingkat Kekerasan Biskuit. *Artikel Ilmiah*. Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 10 hlm
- Zaki, N.I., Muhamad, I. and Salleh, L.M.D. 2007. Drying characteristics of papaya (*Carica papaya L.*) during microwavevacuum. *International Journal of Engineering and Technology*. 4(1):15-21.
- Zhang, Z., Fan, X., Yang, X., Li, C., Gilbert, R. G., and Li, E. 2020. Effects of amylose and amylopectin fine structure on sugar-snap cookie dough rheology and cookie quality. *International Journal Carbohydrate Polymers*. 241(11):63-71. DOI:10.1016/j.carbpol.2020.116371