

Inovasi Hijau dalam Industri Makanan: Biskut Daripada Kulit Buah Naga Sebagai Snek Alternatif

Sharifah Norakhil Binti Syed Loed^{1*}

¹ Unit Sijil Teknologi Pemprosesan Makanan. Kolej Komuniti Jelebu

*Corresponding author's email: shakhilnadirah@gmail.com

Abstrak: Dalam era pemodenan industri makanan yang menuntut kelestarian dan inovasi hijau, pengurusan sisa pertanian menjadi antara cabaran utama yang perlu ditangani secara holistik. Kulit buah naga (*Hylocereus spp.*), yang lazimnya dibuang selepas pengambilan isi, dikenal pasti memiliki potensi sebagai sumber bahan mentah alternatif yang bernilai tinggi. Kajian ini dijalankan bagi membangunkan formulasi biskut sihat berasaskan serbuk kulit buah naga, yang bukan sahaja menyumbang kepada pengurangan sisa makanan, malah memperkenalkan pilihan snek berkhasiat yang mesra alam. Kajian ini melibatkan proses pengeringan dan penukaran kulit buah naga kepada serbuk, diikuti dengan pembangunan prototaip biskut. Penilaian analisis sensori penerimaan pengguna telah dijalankan terhadap produk akhir yang melibatkan 30 orang responden. Terdapat kajian menunjukkan bahawa serbuk kulit buah naga mengandungi kandungan serat makanan dan sebatian bioaktif seperti betasianin dan antosianin yang tinggi. Dari aspek penerimaan pengguna, biskut yang dihasilkan mendapat maklumbalas positif khususnya pada parameter warna, tekstur dan rasa. Hasil analisis menunjukkan bahawa formulasi 5% (Sampel A1) mendapat markah tertinggi dalam semua atribut yang diuji. Ini menunjukkan bahawa penambahan kulit buah naga pada kadar rendah (5%) mampu memberi nilai tambah dari aspek kesihatan dan sensori tanpa menjejaskan rasa atau penerimaan pengguna. Kajian ini membuktikan bahawa integrasi bahan buangan pertanian dalam pembangunan produk makanan mampu mewujudkan nilai tambah melalui pendekatan inovasi hijau, sekaligus menyumbang kepada kemampanan industri makanan negara.

Keywords: *Inovasi hijau, kulit buah naga, biskut sihat, sisa pertanian, makanan lestari*

1.0 PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Industri makanan kini berhadapan dengan cabaran besar dalam menguruskan sisa pertanian dan makanan, sejajar dengan tuntutan kelestarian dan keperluan inovasi hijau. Buah naga (*Hylocereus spp.*), yang semakin popular di Malaysia dan negara-negara tropika, menghasilkan jumlah sisa yang tinggi terutamanya pada bahagian kulit, yang biasanya tidak dimanfaatkan. Kulit buah naga sebenarnya kaya dengan komponen nutrisi seperti serat, antosianin dan betasianin yang mempunyai nilai kesihatan yang tinggi (Khoo et al. 2017). Justeru, terdapat potensi besar untuk mengubah bahan buangan ini menjadi produk makanan seperti biskut sihat yang bukan sahaja menyumbang kepada pengurangan sisa tetapi juga memenuhi keperluan pemakanan moden (Bakar et al. 2020).

Penghasilan produk berasaskan bahan buangan pertanian merupakan salah satu pendekatan dalam pelaksanaan ekonomi sirkular, di mana bahan buangan diproses semula menjadi produk baharu yang bernilai. Inisiatif seperti ini selari dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG), khususnya matlamat ke-12 iaitu Penggunaan dan Pengeluaran yang Bertanggungjawab. Kajian ini menumpukan kepada pembangunan biskut menggunakan serbuk kulit buah naga sebagai bahan utama, yang diharapkan dapat menawarkan alternatif snek sihat dan menyumbang kepada pengurangan pembaziran makanan.

1.1 Pernyataan Masalah

Pembaziran makanan terus menjadi isu global, dan sisa hasil pertanian seperti kulit buah yang tidak dimanfaatkan menyumbang kepada peningkatan sisa pepejal. Di Malaysia, kulit buah naga lazimnya dibuang begitu sahaja walaupun mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi. Dalam masa yang sama, pasaran makanan ringan tempatan masih kurang menawarkan pilihan snek sihat yang menggunakan bahan semula jadi dan tempatan. Kekurangan produk inovatif yang memanfaatkan bahan buangan turut memperlahankan usaha ke arah pemakanan lestari dan pembangunan produk mesra alam (Asghar et al. 2016). Menurut laporan SWCorp, Malaysia menghasilkan kira-kira 38,000–39,000 tan sisa pepejal setiap hari, dengan *food waste* menyumbang 30–31%, iaitu antara 11,400 hingga 12,000 tan sehari—bernilai RM291 juta tidak dikitar semula pada 2023 sahaja (SWCorp, 2023; Zainal, 2024). Agensi Agro-based Industry Policy (AIP) di bawah Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan (KPKM), melaporkan bahawa sektor pertanian negara menghasilkan kira-kira 168 juta tan biomassa pertanian setiap tahun, termasuk sisa seperti kulit kelapa (80,000 tan), tongkol sawit (75 juta tan), dan sekam padi (770,000 tan) (Sadi et al., 2021). Ini menunjukkan tingginya jumlah sisa pertanian yang masih belum dioptimumkan penggunaannya. Justeru, kajian ini dijalankan untuk meneroka potensi kulit buah naga dalam penghasilan biskut sihat dan menilai tahap penerimaan pengguna terhadap produk tersebut.

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan dengan objektif berikut:

1. Membangunkan formulasi biskut berasaskan kulit buah naga.
2. Menilai tahap penerimaan pengguna terhadap biskut yang dibangunkan melalui ujian sensori.

1.3 Persoalan Kajian

1. Bagaimanakah formulasi biskut boleh dihasilkan menggunakan serbuk kulit buah naga?
2. Adakah biskut yang dihasilkan dapat diterima oleh pengguna dari aspek rasa, warna, aroma dan tekstur?

1.4 Kepentingan Kajian

Kajian ini memberikan impak positif dari pelbagai sudut. Dari sudut alam sekitar, ia menyumbang kepada pengurangan sisa makanan dengan memanfaatkan kulit buah naga. Dari sudut pemakanan, ia memperkenalkan alternatif snek sihat yang mengandungi serat dan kompaun bioaktif. Dari aspek industri makanan, ia membuka peluang kepada penghasilan produk inovatif yang berasaskan bahan

tempat. Kajian ini juga boleh menjadi rujukan kepada penyelidik dan pengusaha industri makanan dalam usaha pembangunan produk yang mesra alam.

1.6 Skop Kajian

Skop kajian ini melibatkan pemprosesan kulit buah naga menjadi serbuk, pembangunan formula biskut sihat, dan penilaian terhadap tahap penerimaan pengguna. Kajian ini tidak melibatkan aspek keselamatan makanan secara mendalam atau kajian klinikal terhadap keberkesanan kesihatan jangka panjang produk.

2.0 KAJIAN LITERATUR

Inovasi hijau merujuk kepada pembangunan produk atau proses yang mengurangkan impak negatif terhadap alam sekitar dan menggalakkan penggunaan sumber secara lestari. Dalam konteks industri makanan, ini termasuklah penggunaan bahan buangan pertanian sebagai bahan mentah alternatif dalam penghasilan produk makanan. Pendekatan ini bukan sahaja membantu mengurangkan pembaziran tetapi juga mempromosikan pengeluaran makanan yang lebih bertanggungjawab (Yusof & Zulkifli, 2022).

Kulit buah naga mengandungi kandungan nutrisi yang tinggi seperti serat makanan, antosianin dan betasianin yang memiliki sifat antioksidan. Kajian oleh Lim (2012) mendapati bahawa kulit buah naga boleh dijadikan serbuk dan digunakan dalam pelbagai produk makanan seperti kek, minuman dan jem. Kompaun bioaktif dalam kulit buah ini mampu memberikan warna semula jadi dan meningkatkan nilai pemakanan produk makanan.

Dalam tempoh lima tahun kebelakangan ini, penyelidikan semakin menumpu kepada penggunaan kulit buah naga dalam produk bakeri. Chumroenvidhayakul et al. (2023) mengenalpasti bahawa serbuk kulit buah naga (*Hylocereus undatus*) berupaya mengurangkan pengoksidaan lemak dalam biskut, sambil mengekalkan tahap antioksidan yang tinggi. Penyelidikan lain oleh Reyes-García et al. (2024) pula menunjukkan bahawa tepung kulit buah naga (*Hylocereus ocamponis*) meningkatkan kandungan serat dan menghalang pembentukan parameter kimia negatif dalam produk burger. Tambahan lagi, Hafiz et al. (2025) membuktikan keberkesanan kulit buah naga dalam menghasilkan yogurt minuman yang stabil secara fiziko-kimia, kaya antioksidan dan menarik dari segi deria. Semua kajian ini menyokong bahawa penggunaan kulit buah naga sebagai bahan makanan bukan sahaja seiring dengan inovasi hijau, tetapi juga mempunyai nilai nutrisi dan fungsi yang tinggi.

Penggunaan sisa pertanian dalam makanan bukanlah sesuatu yang baharu. Kajian oleh González, et al. (2010) menunjukkan bahawa kulit pisang dan kulit tembikai telah digunakan dalam penghasilan roti dan biskut yang kaya dengan serat. Pendekatan ini meningkatkan nilai guna bahan buangan, sekaligus menyokong agenda ekonomi sirkular. Kajian oleh Norazlina dan Fazlina (2021) menunjukkan

terdapat peningkatan minat terhadap biskut berasaskan bahan semula jadi seperti oat, keledak ungu dan serbuk sayuran. Kajian tersebut juga mendapati bahawa pengguna memberi keutamaan kepada produk yang rendah gula, tinggi serat dan menggunakan bahan tempatan. Oleh itu, penghasilan biskut daripada kulit buah naga selari dengan trend pemakanan sihat dan permintaan pasaran semasa.

Kebanyakan kajian terdahulu menunjukkan bahawa penggunaan bahan buangan pertanian seperti kulit buah mempunyai potensi besar dalam industri makanan. Namun, kajian khusus yang menumpukan kepada penggunaan kulit buah naga dalam penghasilan biskut masih terhad. Oleh itu, kajian ini akan mengisi jurang tersebut dengan memberikan tumpuan kepada pembangunan produk berasaskan inovasi hijau dan penilaian terhadap penerimaan pengguna.

3.0 METODOLOGI KAJIAN

Kaedah penyelidikan yang digunakan dalam kajian ini merangkumi reka bentuk kajian, penyediaan sampel, prosedur ujian sensori serta analisis data. Pemilihan metodologi yang sesuai amat penting bagi memastikan keseluruhan proses pembangunan biskut berasaskan kulit buah naga dapat dilaksanakan secara sistematik, sah dan boleh dipercayai. Pendekatan yang digunakan bertujuan untuk menilai keberkesanan penggunaan kulit buah naga sebagai bahan ramuan alternatif dalam formulasi biskut di samping menentukan tahap penerimaan pengguna oleh 30 orang panel pengguna terhadap produk yang dihasilkan.

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental untuk membangunkan dan menilai produk biskut berasaskan kulit buah naga. Kajian ini merangkumi tiga fasa utama iaitu penyediaan bahan mentah, pembangunan produk, dan penilaian pengguna melalui ujian sensori.

3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan utama kajian ini ialah kulit buah naga segar yang diperoleh dari pasar tempatan. Bahan tambahan untuk penghasilan biskut termasuk tepung gandum, gula perang, marjerin, telur dan serbuk penaik. Peralatan yang digunakan termasuk oven, penimbang digital, pengisar makanan, ayak, loyang pembakar dan peralatan makmal untuk analisis pemakanan (Meiliana & Fatmawati, 2020)

3.3 Penyediaan Serbuk Kulit Buah Naga

Kulit buah naga dicuci bersih, dipotong kecil dan dikeringkan menggunakan ketuhar pada suhu 60°C selama 6–8 jam. Setelah kering, kulit dikisar halus menjadi serbuk dan disimpan dalam bekas kedap udara untuk digunakan dalam formulasi biskut.

3.4 Proses Penghasilan Biskut

Penghasilan biskut melibatkan beberapa langkah utama yang dimulakan dengan proses pengeringan kulit buah naga dan berakhir dengan pembungkusan produk akhir. Proses ini dirancang bagi memastikan pemeliharaan nutrien serta memastikan kualiti dan kebersihan produk. Ringkasan keseluruhan proses pemprosesan ditunjukkan dalam Rajah 1. Empat formulasi biskut dengan peratusan serbuk kulit buah naga yang berbeza (5%, 10%, dan 15%) akan dibangunkan. Setiap formulasi akan diuji dari segi warna, rasa, tekstur dan aroma melalui ujian sensori pengguna (Aziah & Komathi, 2009).

3.5 Ujian Penerimaan Uji Rasa

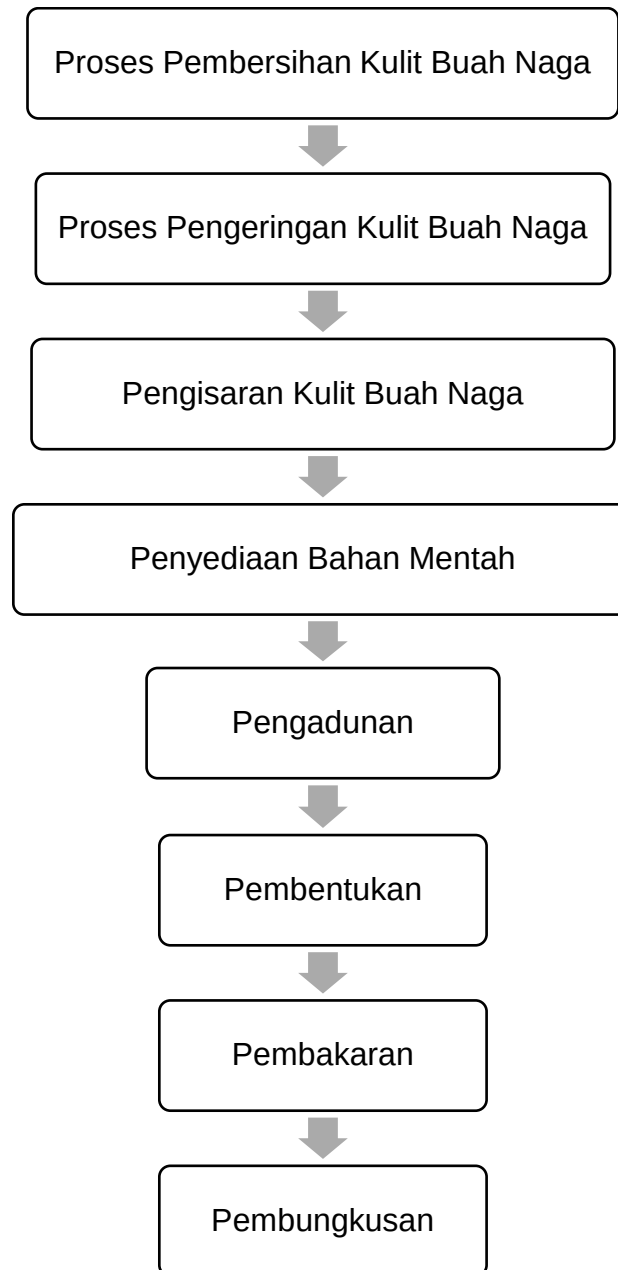
Ujian sensori akan dilakukan ke atas 30 orang panel pengguna tidak terlatih yang terdiri daripada pelajar dan kakitangan kolej. Penilaian dibuat menggunakan skala hedonik 5 mata bagi parameter warna, aroma, rasa, tekstur dan penerimaan keseluruhan. Instrumen penilaian yang digunakan ialah Borang Skala Hedonik 5 mata, di mana skor 1 menunjukkan “sangat tidak suka” dan skor 5 menunjukkan “sangat suka”. Panel menilai setiap atribut secara subjektif berdasarkan persepsi masing-masing setelah merasa dan memerhati sampel yang diberikan (Nurul Hanis & Salwa 2017)

3.6 Ujian Perbandingan Uji Rasa

Ujian perbandingan dijalankan bagi menilai tahap penerimaan pengguna terhadap produk inovasi biskut kulit buah naga berbanding dengan produk komersial sedia ada yang mempunyai ciri hampir sama iaitu Biskut Tiger. Ujian ini bertujuan mengenal pasti sama ada terdapat perbezaan yang signifikan dari aspek sensori antara kedua-dua produk serta menilai potensi produk inovasi untuk bersaing di pasaran. Seramai 30 orang panel penilai tidak terlatih terlibat dalam ujian ini, yang terdiri daripada pelajar dan staf Kolej Komuniti Jelebu. Setiap panel diminta untuk menilai kedua-dua sampel biskut secara berasingan, yang ditandakan dengan kod rawak untuk mengelakkan bias (Lawless & Heymann, 2010).

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh daripada ujian sensori akan dianalisis menggunakan perisian SPSS versi 26. Ujian ANOVA satu hala akan digunakan untuk menentukan perbezaan signifikan antara formulasi. Nilai $p < 0.05$ dianggap signifikan (Sharif & Mustaffa, 2018).



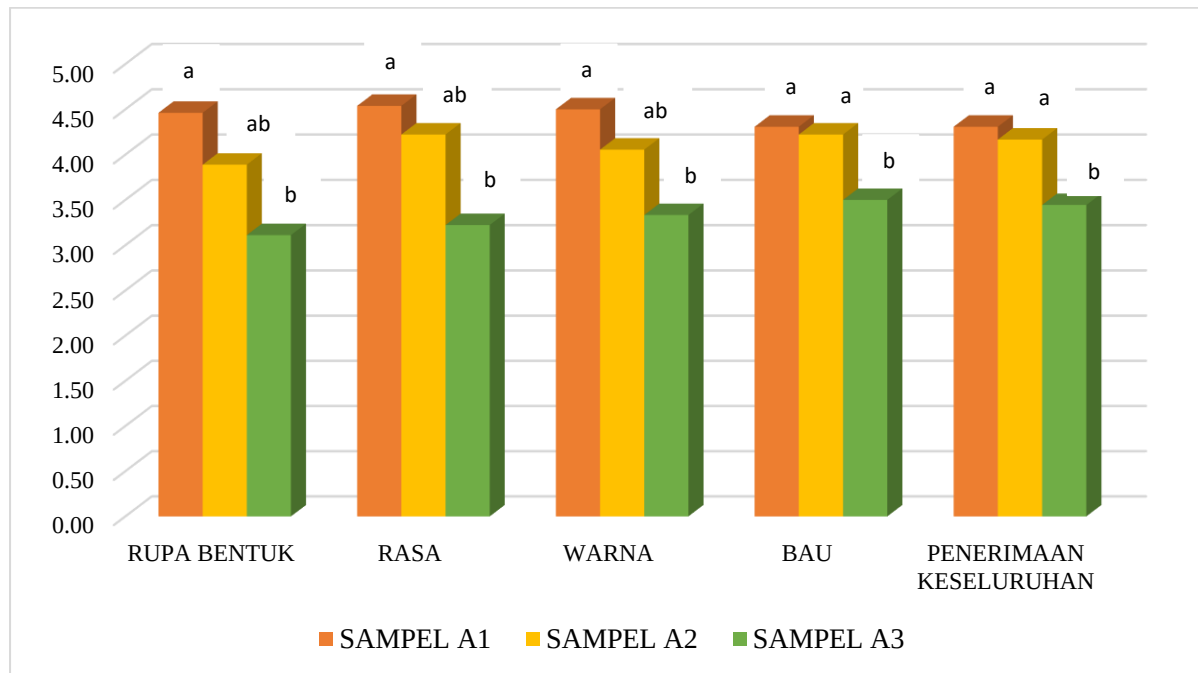
Rajah 1 : Carta alir penghasilan biskut

4.0 DAPATAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Analisis Penerimaan Uji Rasa

Ujian penerimaan sensori dilakukan terhadap tiga formulasi biskut yang menggunakan peratusan berbeza kulit buah naga (*Hylocereus* spp.). Penilaian sensori melibatkan lima parameter utama iaitu rupa bentuk, rasa, warna, bau, dan penerimaan keseluruhan. Tujuan analisis ini adalah untuk menentukan formulasi yang paling diterima dari segi organoleptik oleh panel penilai. Ujian dilakukan

ke atas tiga sampel iaitu Sampel A1: 5% kulit buah naga, Sampel A2: 10% kulit buah naga dan Sampel A3: 15% kulit buah naga. Hasil purata skor ujian penerimaan ditunjukkan dalam Rajah 4.1.



Rajah 4.1: Graf Penerimaan Uji Rasa Produk Berdasarkan Formulasi Berbeza

Skala 1, paling tidak suka dan skala 7, paling suka. Nilai min dengan abjad yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p>0.05$)

Rajah 4.1 menunjukkan perbandingan skor min bagi setiap atribut sensori (rupa bentuk, rasa, warna, bau dan penerimaan keseluruhan) ke atas tiga formulasi biskut yang berbeza, iaitu Sampel A1 (5% kulit buah naga), Sampel A2 (10%), dan Sampel A3 (15%). Secara keseluruhannya, A1 mencatatkan skor tertinggi dalam semua atribut yang dinilai. Bagi atribut rupa bentuk, A1 memperoleh skor purata tertinggi, menunjukkan bahawa formulasi dengan 5% kulit buah naga menghasilkan rupa bentuk yang paling menarik dan konsisten. Tekstur dan bentuk fizikal biskut A1 dilihat lebih seragam serta menarik perhatian panel penilai. Keputusan ini selari dengan dapatan Aziah dan Komathi (2009) yang menyatakan bahawa penggunaan serat dalam kadar rendah meningkatkan kualiti fizikal produk bakeri.

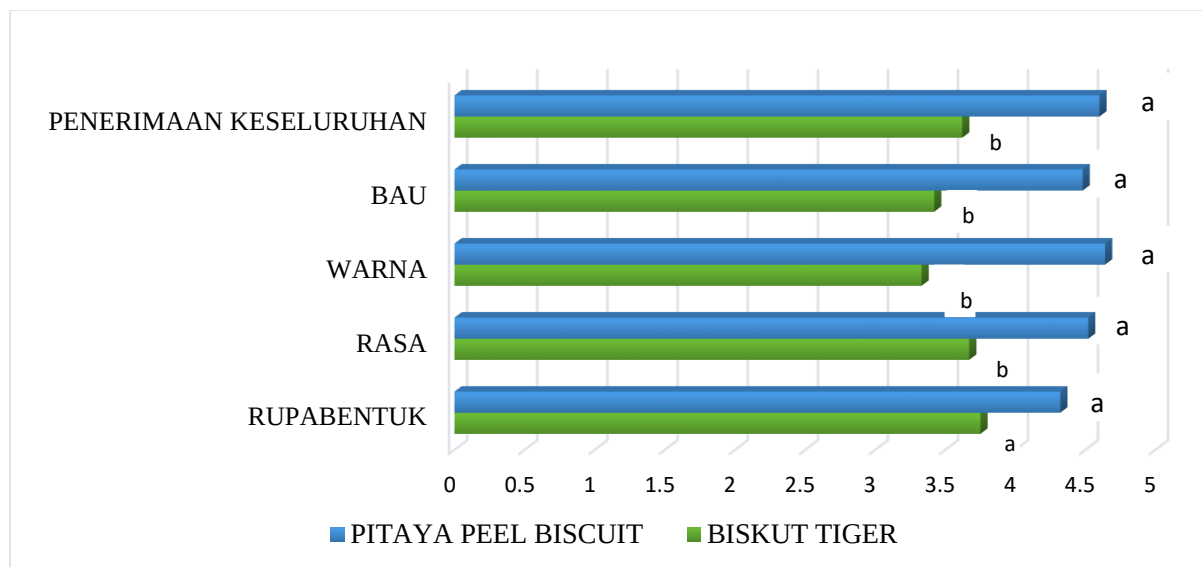
Dari aspek rasa, A1 juga menunjukkan penerimaan tertinggi, manakala A3 memperoleh skor paling rendah. Ini mungkin disebabkan oleh kepekatan kulit buah naga yang tinggi dalam A3, yang menyebabkan rasa menjadi terlalu kuat dan kurang digemari (Meiliana & Fatmawati, 2020). Penambahan kulit buah naga secara berlebihan boleh menjejaskan keseimbangan rasa keseluruhan produk. Dari segi warna, skor min A1 dan A2 adalah hampir sama, menunjukkan bahawa penggunaan 5% hingga 10% kulit buah naga memberikan warna yang menarik serta masih mengekalkan keaslian

rupa biskut. Manakala A3 mula menunjukkan sedikit penurunan, berkemungkinan disebabkan warna yang terlalu gelap atau kurang menarik.

Bagi atribut bau (aroma), A1 dan A2 memperoleh skor yang hampir sama dan lebih tinggi berbanding A3. Ini menandakan bahawa kepekatan sederhana kulit buah naga tidak mengganggu aroma asal biskut, tetapi kepekatan tinggi seperti dalam A3 mungkin menghasilkan bau yang kurang menyenangkan atau terlalu kuat. Akhir sekali, dari aspek penerimaan keseluruhan, A1 mencatatkan skor hampir penuh, menjadikannya formulasi paling ideal. Ini menunjukkan bahawa penggunaan 5% kulit buah naga memberikan keseimbangan terbaik dari segi rupa bentuk, rasa, warna dan bau, serta memenuhi citarasa majoriti panel penilai.

4.2 Ujian Perbandingan Uji Rasa

Ujian perbandingan uji rasa dijalankan bagi menilai perbezaan dari aspek sensori antara produk inovasi iaitu *Pitaya Peel Biscuit* dengan produk komersial sedia ada di pasaran yang mempunyai ciri hampir sama, iaitu Biskut *Tiger*. Penilaian dilakukan terhadap lima atribut utama iaitu rupa bentuk, rasa, warna, bau dan penerimaan keseluruhan, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.2.



Rajah 4.2: Graf Perbandingan Uji Rasa Produk

Skala 1, paling tidak suka dan skala 7, paling suka. Nilai min dengan abjad yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p > 0.05$)

Berdasarkan graf, *Pitaya Peel Biscuit* mencatatkan skor yang lebih tinggi dalam semua atribut sensori berbanding Biskut *Tiger*. Atribut rupa bentuk menunjukkan *Pitaya Peel Biscuit* lebih menarik dari segi bentuk dan tekstur, mungkin disebabkan oleh penggunaan bahan semula jadi seperti kulit buah naga yang memberi struktur unik dan tekstur lebih rangup.

Dari segi rasa, panel penilai lebih menggemari rasa *Pitaya Peel Biscuit*. Ini berkemungkinan disumbang oleh keseimbangan rasa manis semula jadi dengan sedikit rasa buah yang unik daripada kulit buah naga. Sebaliknya, Biskut *Tiger* dikatakan mempunyai rasa yang biasa dan kurang menonjol. Atribut warna juga memihak kepada *Pitaya Peel Biscuit* yang menunjukkan warna lebih menarik dan semula jadi, berbanding warna standard Biskut *Tiger* (Zainab & Faridah, 2020). Kehadiran pigmen semula jadi dalam kulit buah naga memberi kelebihan kepada produk inovasi ini. Dari aspek bau, *Pitaya Peel Biscuit* menerima skor lebih tinggi, menunjukkan bahawa produk ini lebih wangi dan menyenangkan, tanpa bau tiruan yang kuat seperti sesetengah produk komersial.

Akhir sekali, dari segi penerimaan keseluruhan, *Pitaya Peel Biscuit* menunjukkan penerimaan yang lebih tinggi berbanding Biskut *Tiger*, mencerminkan potensi besar produk ini untuk bersaing dalam pasaran sebenar memandangkan harga penghasilan 100g *Pitaya Peel Biscuit* hanyalah RM 0.94 sahaja. Kajian terdahulu turut menyokong bahawa penggunaan bahan semula jadi dalam formulasi makanan memberikan persepsi lebih sihat dan menarik kepada pengguna (Rahmawati et al., 2022). Hasil ujian ini membuktikan bahawa produk inovasi berasaskan kulit buah naga bukan sahaja setanding malah lebih baik dari segi kualiti sensori jika dibandingkan dengan produk komersial sedia ada. Ini menyokong potensi komersial produk sebagai alternatif sihat, menarik dan mesra alam untuk pengguna masa kini yang semakin peka terhadap aspek kesihatan dan kelestarian.

5.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan

Kajian ini telah berjaya membangunkan produk inovasi biskut sihat berasaskan kulit buah naga (*Hylocereus* spp.) dengan tiga formulasi berbeza iaitu 5%, 10%, dan 15%. Objektif kajian yang bertujuan untuk menilai tahap penerimaan pengguna terhadap atribut sensori seperti rupa bentuk, rasa, warna, bau dan penerimaan keseluruhan telah dicapai melalui ujian sensori serta ujian perbandingan. Hasil analisis menunjukkan bahawa formulasi 5% (Sampel A1) mendapat markah tertinggi dalam semua atribut yang diuji. Ini menunjukkan bahawa penambahan kulit buah naga pada kadar rendah (5%) mampu memberi nilai tambah dari aspek kesihatan dan sensori tanpa menjejaskan rasa atau penerimaan pengguna. Formulasi ini menawarkan keseimbangan yang baik antara tekstur, warna semula jadi, aroma dan rasa yang diterima baik oleh panel penilai. Ujian perbandingan dengan produk komersial sedia ada (Biskut *Tiger*) juga menunjukkan bahawa *Pitaya Peel Biscuit* lebih digemari dari semua aspek, sekaligus membuktikan potensi besar produk ini untuk menembusi pasaran makanan sihat dan berfungsi. Kajian ini turut menyumbang kepada usaha pengurangan pembaziran makanan dengan memanfaatkan sisa pertanian seperti kulit buah naga yang sebelum ini tidak dimanfaatkan. Penemuan ini sejajar dengan matlamat inovasi makanan tanpa pembaziran yang menyokong amalan pengurangan sisa makanan, khususnya sisa buangan pertanian seperti kulit buah (Jung et al.,

2020). Selain memperkenalkan sumber serat makanan tambahan, biskut ini juga menawarkan potensi nilai pasaran bagi produk sihat berasaskan tumbuhan yang semakin mendapat perhatian pengguna moden (Rahmawati et al., 2022).

Secara keseluruhan, kajian ini membuktikan bahawa penggunaan bahan semula jadi dan mesra alam bukan sahaja menyumbang kepada kelestarian, tetapi juga mampu menghasilkan produk makanan yang berkualiti tinggi, diterima pengguna dan berpotensi dikomersialkan.

5.2 Cadangan

Berdasarkan hasil kajian yang diperoleh, beberapa cadangan dikemukakan bagi penambahbaikan dan kajian lanjutan pada masa akan datang:

1. Pengujian Nilai Nutrisi:

Disarankan agar analisis makmal dijalankan untuk mendapatkan data nutrisi lengkap seperti kandungan serat, antioksidan, vitamin, dan mineral dalam biskut yang dihasilkan.

2. Pengujian Jangka Hayat:

Kajian lanjut tentang ketahanan produk dalam pelbagai keadaan penyimpanan perlu dilakukan untuk memastikan kualiti produk kekal baik sepanjang tempoh edaran dan penggunaan.

RUJUKAN

- Asghar, A., Anjum, F. M., & Butt, M. S. (2016). Food product development using agro-industrial waste: A sustainable approach. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(6), 1241–1247.
- Aziah, A. A., & Komathi, C. A. (2009). Acceptability attributes of crackers made from different types of flour. *International Food Research Journal*, 16(4), 479–482.
- Bakar, N. A., Rahman, S., & Hassan, M. (2020). Utilization of fruit peels for food products: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 5(2), 34–40.
- Chumroenvidhayakul, S., Thilavech, T., Abeywardena, M., & Adisakwattana, S. (2023). Dragon fruit peel waste (*Hylocereus undatus*) as a potential ingredient for reducing lipid peroxidation, dietary advanced glycation end products, and starch digestibility in cookies. *Antioxidants*, 12(5), 1002.

- González-Montelongo, R., Gloria Lobo, M., & González, M. (2010). Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*, 119(3), 1030–1039.
- Hafiz, M. S., Karunanayaka, K. M. I. U., Nugraheni, K., & Fernando, G. S. N. (2025). Valorisation of dragon fruit peel in drinking yoghurt: Development, physicochemical, proximate, functional properties, and shelf-life evaluation. *Czech Journal of Food Sciences*, 43(3), 179–186.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1361779.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (2nd ed.). Springer.
- Lim, T. K. (2012). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 2, Fruits*. Springer.
- Meiliana, M., & Fatmawati, F. (2020). Formulasi dan evaluasi organoleptik cookies berbahan dasar kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Gizi dan Pangan*, 15(1), 23–30.
- Norazlina, M. N., & Fazlina, A. (2021). Food waste management in Malaysia: A case of fruit waste utilization in product development. *Malaysian Journal of Consumer and Family Economics*, 26, 88–97.
- Nurul Hanis, A. R., & Salwa, M. Z. (2017). Penilaian sensori terhadap produk makanan berasaskan serat buah tempatan. *Persidangan Inovasi Makanan Malaysia 2017*, 89–95.
- Rahmawati, A., Mulyanita, M., Dewintha, R., & Petrika, Y. (2022). Daya terima selai lembaran kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan substitusi lidah buaya (*Aloe chinensis* Baker). *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 8(2).
- Reyes-García, V., Botella-Martínez, C., Juárez-Trujillo, N., et al. (2024). Pitahaya (*Hylocereus ocamponis*) peel flour as new ingredient in the development of beef burgers: Impact on the quality parameters. *European Food Research and Technology*, 250, 2375–2385.
- Sadi, T. (2021). The challenges in repurposing food wastes and other residuals for agriculture. *FFTC Agricultural Policy Platform*.

Sharif, S. M., & Mustaffa, S. (2018). Pengenalan kepada SPSS untuk analisis data. *Universiti Teknologi MARA Press*.

SWCorp. (2023). Failure to recycle cost Malaysia RM291 million in 2023. *Malay Mail*.

Yusof, N. A., & Zulkifli, S. N. (2022). Green food innovation: Trends and opportunities in Southeast Asia. *Asian Journal of Food Science and Technology*, 9(1), 45–52.

Zainal, F. (2024). 39,000 tonnes of solid waste daily in Malaysia. *The Star*.