

## PEMANFAATAN LIMBAH KULIT WORTEL (*DAUCUS CAROTA L.*) SEBAGAI PEWARNA ALAMI PADA PUDING SUSU

Suci Alifah Ramadhani<sup>1\*</sup> dan Mutiara Ulfah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Terbuka, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

\*Penulis korespondensi: [045050126@ecampus.ut.ac.id](mailto:045050126@ecampus.ut.ac.id)

### ABSTRAK

Limbah kulit wortel merupakan sumber  $\beta$ -karoten yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada produk pangan. Namun, pemanfaatannya selama ini belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pewarna alami kulit wortel dengan konsentrasi yang berbeda pada puding susu terhadap daya terima panelis dan karakteristik warna yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pemberian variasi konsentrasi ekstrak pewarna alami kulit wortel (0%, 2%, 4%, dan 6%) pada puding susu. Proses ekstraksi warna dilakukan dengan maserasi kulit wortel kering yang telah digiling halus ke dalam minyak sunflower selama 96 jam. Hasil puding dengan pengaplikasian pewarna kulit wortel kemudian dilakukan analisis intensitas warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) menggunakan color reader serta uji kesukaan dengan panelis sebanyak 30 orang. Hasil analisis intensitas warna menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pewarna dari 0% hingga 6% cenderung menurunkan nilai  $L^*$  (puding lebih gelap) serta meningkatkan nilai  $a^*$  dan  $b^*$  secara signifikan (puding semakin oranye). Kondisi paling optimal untuk intensitas warna ditemukan pada puding dengan konsentrasi pewarna kulit wortel 6% yang menghasilkan warna oranye paling nyata dengan nilai  $a^*$  (3,15) dan  $b^*$  (19,80). Sementara itu, hasil uji kesukaan menunjukkan bahwa puding dengan pewarna kulit wortel pada konsentrasi 6% dengan formulasi pewarna kulit wortel (30ml), susu cair fullcream (400ml), air mineral (100ml), agar bubuk plain (3.5g), gula pasir (80g), garam (2g), vanili bubuk (1g), dan lecitin kedelai (0.28g) secara beda nyata paling disukai oleh panelis dengan skor tertinggi pada seluruh atribut dibandingkan dengan penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel lebih rendah. Penambahan konsentrasi pewarna dari kulit wortel pada puding berhasil meningkatkan warna oranye sekaligus meningkatkan hasil penerimaan secara keseluruhan oleh panelis.

**Kata kunci:** kulit wortel,  $\beta$ -karoten, pewarna alami, maserasi, limbah pangan

### 1 PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah pangan menjadi salah satu contoh strategi penting dalam mewujudkan sistem pangan berkelanjutan seiring meningkatnya produksi dan konsumsi pangan, dimana aktivitas pengolahan pangan, terutama pada industri buah dan sayuran, menghasilkan volume limbah yang sangat besar, sekitar 25-30% diantaranya adalah kulit atau bagian yang terbuang (Nirmal et al., 2023). Salah satu contohnya adalah limbah kulit wortel, yang sering tidak diikutsertakan dalam proses memasak (Komang Tharessa & Pambudi, 2023.). Kulit wortel mengandung karotenoid yang merupakan kelompok pigmen tumbuhan berwarna kuning-oranye yang memiliki berbagai fungsi dalam makanan, salah satunya sebagai pewarna alami pangan (Kabir et al., 2024). Zat warna alami ini dapat memberikan warna khas pada produk pangan tanpa menimbulkan risiko kesehatan seperti yang sering dikaitkan dengan pewarna sintetis (Parsih, 2022).

Di sisi lain, salah satu sifat organoleptik yang paling penting pada produk pangan adalah warna karena memberikan informasi kepada konsumen mengenai daya terima, komposisi, cita rasa, dan kesegaran makanan tersebut (Vega et al., 2023). Saat ini, banyak masyarakat yang

lebih sadar akan bahaya dari penggunaan pewarna sintetis dalam industri pangan terhadap kesehatan tubuh, meskipun mungkin dampaknya tidak akan terasa dalam waktu dekat, namun akan terasa dalam jangka waktu beberapa tahun kedepan setelah mengonsumsi makanan dan minuman yang mengandung pewarna yang karsinogenik tersebut (Parsih, 2022). Kondisi ini mendorong perlunya inovasi penggunaan pewarna alami yang lebih aman, ramah lingkungan, dan berasal dari bahan yang mudah diperoleh, termasuk dari limbah pangan.

Maka dari itu, karotenoid dari kulit wortel merupakan salah satu kandidat ideal karena menghasilkan warna kuning-oranye yang stabil dan dapat diaplikasikan pada berbagai produk pangan, salah satunya adalah puding yang merupakan salah satu makanan yang digemari oleh semua kalangan usia, karena teksturnya yang lembut dan ringan, rasanya yang bervariasi, serta warna dan tampilannya yang menarik (Istiqmawati, 2021). Puding umumnya dibuat dari bahan-bahan yang terdiri dari agar-agar, susu, gula, air, dan tambahan pewarna yang diolah dengan cara direbus kemudian dicetak dan dibekukan dalam cetakan dengan berbagai macam ukuran (Afriyenti et al., 2025). Warna yang menarik menjadi elemen penting dalam meningkatkan penerimaan konsumen, sehingga penggunaan pewarna alami dari kulit wortel diharapkan mampu meningkatkan nilai estetika sekaligus memberikan manfaat gizi tambahan (Riansyah et al., 2021).

Penelitian terkait pemanfaatan wortel sebagai sumber pewarna alami telah banyak dilaporkan. (Fatria et al., 2024) menyatakan bahwa ekstraksi pigmen karotenoid dari wortel efektif menghasilkan pewarna alami yang aman dikonsumsi, serta menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak berpengaruh nyata terhadap intensitas warna dan tingkat kesukaan pada produk pangan. Penelitian lain (Awanda Maharani & Chayati, 2025) melaporkan bahwa penambahan wortel pada kulit pangsit mampu berfungsi sebagai sumber serat sekaligus pewarna alami, serta memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik sensoris produk, khususnya warna dan daya terima panelis.

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih memanfaatkan bagian daging wortel atau mashed wortel sebagai bahan utama, serta diaplikasikan pada produk berbasis adonan seperti kulit pangsit. Pemanfaatan limbah kulit wortel sebagai sumber pigmen karotenoid melalui pendekatan pengolahan sederhana dan *food grade* masih sangat terbatas. Selain itu, aplikasi pewarna alami berbasis kulit wortel pada produk pangan semi padat seperti puding belum banyak dilaporkan dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pewarna alami berbasis kulit wortel dengan variasi konsentrasi yang berbeda terhadap karakteristik warna dan daya terima panelis pada produk puding. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemanfaatan limbah kulit wortel sebagai pewarna alami yang aman, inovatif, dan ramah lingkungan.

## 2 METODE

### 2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan tujuan mengevaluasi penggunaan ekstrak kulit wortel sebagai pewarna alami pada puding susu. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan konsentrasi ekstrak kulit wortel formulasi P0= penambahan konsentrasi kulit wortel 0% (kontrol), P1= penambahan konsentrasi kulit wortel 2%, P2= penambahan konsentrasi kulit wortel 4%, P3= penambahan konsentrasi kulit wortel 6%. Intervensi tersebut digambarkan pada Tabel 1. Setiap perlakuan dilakukan dengan dua kali pengulangan. Parameter yang diamati meliputi intensitas warna (CIELAB/ Nilai  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) dan uji kesukaan hedonik terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan dengan skala 1 = sangat tidak suka; 2 = tidak suka; 3 = agak tidak suka; 4 = netral; 5 = agak suka; 6 = suka; 7 = sangat suka

(Khairunnisa & Arbi, 2021).

**Tabel 1.** Formulasi Perlakuan Ekstrak Pewarna Kulit Wortel pada Adonan Puding Susu

| Bahan                            | P0  | P1   | P2   | P3   |
|----------------------------------|-----|------|------|------|
| Susu Cair <i>Full Cream</i> (mL) | 400 | 400  | 400  | 400  |
| Air Mineral (g)                  | 100 | 90   | 80   | 70   |
| Agar Bubuk Plain (g)             | 3.5 | 3.5  | 3.5  | 3.5  |
| Gula Pasir (g)                   | 80  | 80   | 80   | 80   |
| Pewarna Kulit Wortel (mL)        | 0   | 10   | 20   | 30   |
| Garam (g)                        | 2   | 2    | 2    | 2    |
| Vanili Bubuk (g)                 | 1   | 1    | 1    | 1    |
| Lecitin Kedelai (g)              | 0   | 0.09 | 0.18 | 0.28 |

Keterangan: Sumber berdasarkan gramasi formulasi pembuatan puding dengan penambahan pewarna kulit wortel terhadap total volume adonan puding 500 mL, formulasi merujuk pada penelitian Afriyenti *et al.*, (2025) dan (Susilawati *et al.*, 2016). P0 = penambahan konsentrasi kulit wortel 0% (kontrol), P1= penambahan konsentrasi kulit wortel 2%, P2= penambahan konsentrasi kulit wortel 4%, P3= penambahan konsentrasi kulit wortel 6%.

## 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu Loyang/tampah, *blender*, *hand-mixer*, timbangan digital, saringan halus/kain halus, wadah kaca tertutup, thermometer makanan, pengaduk, kompor, dan panci. Bahan yang digunakan yaitu, kulit wortel segar, minyak *sunflower* merek “padhita” (sebagai pelarut), lesitin kedelai merek “lecithera” (emulsifier pangan), air, susu cair *fullcream* “Diamond”, agar-agar bubuk plain “Swallow”, vanili “Wangi”, garam “Cap Mutiara Laut”, dan gula pasir “Gunung Madu” (modifikasi dari Afriyenti *et al.*, 2025; Susilawati *et al.*, 2016).

## 2.3 Prosedur Penelitian

### 2.4.1 Proses Penyiapan Ekstraksi Pewarna Kulit Wortel

Kulit wortel dicuci dan diiris tipis, kemudian dikeringkan menggunakan metode sun drying selama 2–3 hari pada suhu lingkungan 28–35°C (Asiah *et al.*, 2023) dan tidak terpapar sinar matahari secara langsung, serta diangin-anginkan. Selama pengeringan, dilakukan pembalikan terhadap irisan kulit wortel agar kulit wortel kering merata. Lalu, dihancurkan dengan menggunakan *blender* sampai terbentuk serbuk halus. Proses pengeringan dibawah sinar matahari berada di suhu sekitar 28-35°C dimana pengeringan pada suhu di bawah 60 °C mampu mempertahankan kestabilan warna alami pada bahan pangan (Cengristitama *et al.*, 2022). Metode *sun drying* ini dipilih karena dinilai mampu mempertahankan warna alami bahan dan kandungan  $\beta$ -karoten lebih baik dibandingkan pengeringan suhu tinggi, selama proses dilakukan di bawah suhu udara 40 °C (Riansyah *et al.*, 2021).

Sebanyak 20 g serbuk kulit wortel direndam dalam 200 mL minyak *sunflower* (rasio 1:10 w/v) selama 96 jam pada suhu ruang sambil diaduk sesekali. Maserasi dipilih karena merupakan metode ekstraksi sederhana yang memanfaatkan difusi pelarut ke dalam jaringan bahan untuk menarik komponen terlarut, termasuk pigmen karotenoid yang bersifat lipofilik (Syamsul *et al.*, 2020.). Karotenoid adalah senyawa lipofilik (larut dalam lemak), sehingga ekstraksi menggunakan pelarut minyak lebih efektif dibandingkan pelarut polar. Selain itu, penggunaan minyak dapat melindungi karotenoid dari degradasi karena minyak bertindak sebagai pelindung oksidatif dan meningkatkan stabilitas pigmen (Vo *et al.*, 2023). Filtrat minyak yang telah berwarna oranye disaring dan disimpan dalam wadah kaca tertutup. Perbandingan warna antara minyak *sunflower* dengan hasil ekstrak dari proses maserasi pewarna kulit wortel ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Perbandingan warna antara minyak *sunflower*, dengan hasil ekstrak pewarna kulit wortel pengulangan 1, dan hasil ekstrak pewarna kulit wortel pengulangan 2.

Ekstrak minyak kemudian diemulsikan menggunakan lesitin kedelai sebesar 1% dari berat minyak hasil ekstraksi pewarna kulit wortel. Lesitin merupakan emulsifier non-ionik yang mampu menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan sistem minyak-air, sehingga ekstrak dapat tercampur homogen dalam adonan puding berbasis air (Susilawati et al., 2016). Campuran ekstrak dan lesitin ditambahkan sedikit susu hangat (10 mL) kemudian dihomogenisasi dengan *hand-mixer* selama 1–2 menit hingga terbentuk emulsi stabil. Karotenoid terdistribusi merata dalam produk pangan hanya jika minyak pembawanya dapat terdispersi dalam fase air. Emulsifikasi diperlukan untuk menghasilkan ukuran droplet minyak kecil dan stabil sehingga warna dapat terdistribusi seragam dalam puding berbasis air (Vo et al., 2023)

#### 2.4.2 Proses Pengaplikasian Pewarna Kulit Wortel Pada Puding

Adonan puding dibuat dari campuran susu UHT, air, gula, bubuk agar-agar, dan vanili. Total volume adonan setiap perlakuan adalah 500 mL. Setelah dipanaskan hingga mendidih, adonan didinginkan hingga suhu  $\pm 60^{\circ}\text{C}$  sebelum ditambahkan emulsi ekstrak kulit wortel sesuai perlakuan. Penambahan ekstrak pada suhu  $< 70^{\circ}\text{C}$  penting untuk mencegah degradasi termal  $\beta$ -karoten, karena pigmen ini mulai mengalami penurunan intensitas warna pada paparan panas tinggi. Campuran diaduk cepat selama 30 detik agar homogen, kemudian dituangkan ke dalam cetakan dan didinginkan hingga mengeras (modifikasi dari Afriyenti et al., 2025; Susilawati et al., 2016).

Selanjutnya, proses penyimpanan puding dilakukan pada suhu  $\pm 60^{\circ}\text{C}$  ke dalam wadah kaca steril dan segera ditutup rapat menggunakan prinsip *hot filling* bersuhu rendah untuk menjaga kestabilan mikrobiologis (Raits et al., 2021). Hasil penyimpanan dan pembuatan puding dengan pewarna kulit wortel digambarkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Puding dengan penambahan pewarna kulit wortel dengan konsentrasi P0 = penambahan konsentrasi kulit wortel 0% (kontrol), P1= penambahan konsentrasi kulit wortel 2%, P2= penambahan konsentrasi kulit wortel 4%, P3= penambahan konsentrasi kulit wortel 6%.

## 2.4 Analisis Uji

### 2.4.1 Uji Intensitas Warna

Uji warna dilakukan di laboratorium menggunakan alat instrumen CR-20 *Color Reader* Konica Minolta yang dapat mengukur  $L^*$  (tingkat kecerahan),  $a^*$  (spektrum hijau–merah),  $b^*$  (spektrum biru–kuning). Sampel diletakkan dalam wadah bening yang terdapat pada alat kemudian *Color Reader* dihidupkan dan atur tombol pembacaan pada  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  dengan sistem warna CIELAB (Esterulina Purba et al., 2019). Pada sistem warna tersebut, nilai  $L^*$  merupakan parameter kecerahan, nilai  $a^*$  dan  $b^*$  merupakan koordinat dari kromatisitas. Notasi  $L^*$  memiliki nilai 0 yang berwarna “hitam” sampai dengan 100 yang berwarna “putih” yang berarti menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam dari cahaya pantul. Nilai  $a^*$  positif (0 hingga 100) menunjukkan warna kemerahan. Sedangkan nilai  $a^*$  negatif (0 hingga -100) menunjukkan warna hijau. Demikian pula, nilai  $b^*$  yang positif (0 hingga 100) mengindikasikan warna kuning, dan nilai  $b^*$  yang negatif (0 hingga -100) mengindikasikan warna biru (Anwar & Khoirunnisaa, 2024; Purhita, 2021). Sebelum pengukuran warna dilakukan, langkah standarisasi harus dilaksanakan terlebih dahulu dengan menggunakan kaca putih dan kaca hitam. Untuk mengukur intensitas warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) lampu dari alat pengukur harus diletakkan tepat di atas permukaan sampel, dengan memastikan bahwa seluruh sinar cahaya terfokus dan tidak ada cahaya bocor atau keluar area sampel. Identitas warna sepenuhnya ditentukan oleh panjang gelombang cahaya yang dipancarkannya, dimana spektrum cahaya yang masih dapat ditangkap dan diinterpretasikan oleh mata manusia (spektrum tampak) memiliki rentang panjang gelombang antara 380-780nm (Sinaga, 2019). Nilai  $b^*$  menjadi indikator penting untuk intensitas warna kuning-oranye dari karotenoid.

### 2.4.2 Uji Sensori Mutu Hedonik

Uji sensori digunakan untuk mengevaluasi kualitas produk dalam industri pangan serta sektor hasil pertanian lainnya yang meliputi seluruh aspek yang dirasakan oleh panca indera manusia. Pengujian ini menerapkan metode uji penerimaan untuk mengevaluasi produk baru yang bertujuan mengestimasi tingkat penerimaan oleh konsumen atau pasar (Rahayu et al., 2023). Uji sensori merujuk pada proses evaluasi yang relatif sederhana yang dapat dilakukan baik oleh panelis yang tidak terlatih maupun oleh konsumen secara langsung (Permadi et al., 2018). Uji hedonik menjadi bagian penting dalam evaluasi sensori yang digunakan untuk mengevaluasi respons konsumen terhadap produk secara keseluruhan, khususnya dalam hal rasa, aroma, warna, dan tekstur produk. Penilaian hedonik untuk mengevaluasi preferensi sensorik panel terhadap produk kukis dilakukan dengan melibatkan 40 panelis konsumen menggunakan skala hedonik 7. Skala 1 “sangat tidak suka”; 2 “tidak suka”; 3 “agak tidak suka”; 4 “netral”; 5 “agak suka”; 6 “suka”; 7 “sangat suka” (Khairunnisa et al., 2021).

### 2.4.3 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data uji One-Way ANOVA pada tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Apabila ditemukan perbedaan signifikan pada intensitas warna akibat variasi konsentrasi pewarna kulit wortel, maka analisis dilanjutkan dengan Uji Post Hoc untuk mengidentifikasi kelompok mana yang berbeda, yaitu menggunakan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Untuk pengolahan data, digunakan dua aplikasi utama yaitu Microsoft Excel untuk persiapan data, dan IBM SPSS Statistics untuk menjalankan analisis statistik, termasuk hasil uji intensitas warna, dan uji kesukaan (hedonik).

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Uji Intensitas Warna

Uji Intensitas warna dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak pewarna alami kulit wortel pada konsentrasi berbeda terhadap karakteristik warna yang

dihasilkan pada puding. Hasil analisis One-Way ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi pewarna kulit wortel berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap semua parameter warna yang diukur yaitu Kecerahan ( $L^*$ ), Kemerahan ( $a^*$ ), dan Kekuningan ( $b^*$ ). Hasil rata-rata dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) uji intensitas warna disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Intensitas Warna ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) Puding dengan Pewarna Kulit Wortel

| Formulasi | $L^*$<br>(Kecerahan)    | $a^*$<br>(Kemerahan)   | $b^*$<br>(Kekuningan)   |
|-----------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| P0        | 69,05±0,30 <sup>b</sup> | 1,48±0,05 <sup>a</sup> | 11,68±0,24 <sup>a</sup> |
| P1        | 69,63±0,49 <sup>b</sup> | 2,05±0,31 <sup>b</sup> | 15,18±0,29 <sup>b</sup> |
| P2        | 70,83±0,96 <sup>c</sup> | 2,83±0,24 <sup>c</sup> | 16,40±0,69 <sup>b</sup> |
| P3        | 68,10±0,42 <sup>a</sup> | 3,15±0,58 <sup>c</sup> | 19,80±1,42 <sup>c</sup> |
| Sig.      | < 0,001                 | < 0,001                | < 0,001                 |

**Keterangan:** Formulasi P0 = penambahan konsentrasi kulit wortel 0% (kontrol), P1= penambahan konsentrasi kulit wortel 2%, P2= penambahan konsentrasi kulit wortel 4%, P3= penambahan konsentrasi kulit wortel 6%. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

Nilai kecerahan ( $L^*$ ) pada puding menunjukkan variasi antar perlakuan konsentrasi pewarna kulit wortel. Nilai  $L^*$  tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 (penambahan pewarna kulit wortel 4%) sebesar 70,83, sedangkan nilai terendah diperoleh pada P3 (penambahan pewarna kulit wortel 6%) sebesar 68,10. Perlakuan P1 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 2%) dan P0 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 0%/kontrol) menunjukkan nilai  $L^*$  yang relatif berada di antara kedua perlakuan tersebut. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi pewarna kulit wortel memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai  $L^*$  ( $p < 0,001$ ).

Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan nilai  $L^*$  antar perlakuan berbeda nyata, sehingga setiap peningkatan konsentrasi pewarna memberikan perubahan kecerahan yang dapat dibedakan secara statistik. Secara umum, penambahan pewarna alami cenderung menurunkan nilai  $L^*$ , yang menunjukkan warna produk menjadi lebih gelap. Penurunan kecerahan ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah pigmen karotenoid yang menyerap cahaya, sehingga mengurangi pantulan cahaya yang diterima oleh mata (Anwar & Khoirunnisaa, 2024).

Namun, pada penelitian ini terjadi fenomena non-linear, dimana nilai  $L^*$  tertinggi justru diperoleh pada penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 4% (P2). Fenomena tersebut diduga terjadi karena pada konsentrasi tertentu pigmen terdispersi secara optimal di dalam matriks puding, sehingga menghasilkan keseimbangan antara penyerapan dan hamburan cahaya. Pada penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel yang lebih tinggi (6%), kemungkinan terjadi agregasi pigmen yang menyebabkan penurunan reflektansi cahaya dan menghasilkan warna yang lebih gelap (Esterulina Purba et al., 2019). Pola serupa juga dilaporkan pada penelitian pewarna alami lain, dimana peningkatan konsentrasi ekstrak tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan kecerahan produk.

Nilai kemerahan ( $a^*$ ) menunjukkan tren peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi pewarna kulit wortel. Nilai  $a^*$  terendah terdapat pada perlakuan P0/ penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 0% (1,48), sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada P3/ penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6% (3,15). Perlakuan P1 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 2%) dan P2 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 4%) menunjukkan nilai  $a^*$  yang meningkat secara bertahap. Hasil analisis statistik

menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi pewarna kulit wortel memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai  $a^*$  ( $p < 0,001$ ), yang berarti perbedaan nilai kemerahan antar perlakuan berbeda nyata. Dengan demikian, peningkatan nilai  $a^*$  dapat secara langsung dikaitkan dengan peningkatan konsentrasi pewarna yang ditambahkan.

Peningkatan nilai  $a^*$  ini menunjukkan semakin dominannya komponen warna merah pada produk puding. Hal ini disebabkan oleh kandungan pigmen karotenoid dalam kulit wortel yang memiliki spektrum warna kuning-oranye hingga kemerahan. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin banyak pigmen yang terlarut dan terdistribusi dalam matriks produk, sehingga meningkatkan intensitas warna merah (Sinaga, 2019). Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi pewarna alami berbasis pigmen menyebabkan kenaikan nilai  $a^*$  secara linear, menandakan efektivitas pigmen sebagai agen pewarna alami pada produk pangan.

Nilai kekuningan ( $b^*$ ) menunjukkan peningkatan yang konsisten seiring dengan bertambahnya konsentrasi pewarna kulit wortel. Nilai  $b^*$  tertinggi diperoleh pada P3 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6%) sebesar 19,80, sedangkan nilai terendah terdapat pada P0 (kontrol) sebesar 11,68. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi pewarna kulit wortel memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai  $b^*$  ( $p < 0,001$ ), yang menunjukkan bahwa perbedaan nilai kekuningan antar perlakuan berbeda nyata secara statistik. Peningkatan nilai  $b^*$  mengindikasikan semakin kuatnya komponen warna kuning pada produk puding. Hal ini berkaitan dengan karakteristik pigmen  $\beta$ -karoten sebagai pigmen utama dalam kulit wortel yang memiliki warna kuning-oranye. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, semakin besar jumlah pigmen yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai  $b^*$  (Anwar & Khoirunnisaa, 2024). Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian pewarna alami lain, seperti yang dilaporkan oleh Singo & Beswa, 2019, dimana peningkatan konsentrasi ekstrak rosella menyebabkan peningkatan nilai  $b^*$  serta pergeseran warna produk ke arah kromatika yang lebih kuat.

#### 4.2 Uji Sensori Mutu Hedonik

Uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan kesukaan keseluruhan (*overall*) pada produk puding. Hasil analisis One-Way ANOVA menunjukkan bahwa penambahan ekstrak pewarna kulit wortel pada konsentrasi yang berbeda yaitu formulasi P0 = penambahan konsentrasi kulit wortel 0% (kontrol), P1= penambahan konsentrasi kulit wortel 2%, P2= penambahan konsentrasi kulit wortel 4%, P3= penambahan konsentrasi kulit wortel 6%. memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap semua parameter warna yang diukur yaitu Kecerahan ( $L^*$ ), Kemerahan ( $a^*$ ), dan Kekuningan ( $b^*$ ). Hasil rata-rata dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) uji ini disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Uji Kesukaan Puding Pewarna Kulit Wortel

| Formulasi | Atribut Warna          | Atribut Aroma          | Atribut Rasa           | Atribut Tekstur        | Atribut Overall        |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| P0        | 5,13±1,20 <sup>a</sup> | 5,30±1,20 <sup>a</sup> | 5,17±1,09 <sup>a</sup> | 5,30±1,15 <sup>a</sup> | 5,37±1,07 <sup>a</sup> |
| P1        | 5,27±1,25 <sup>a</sup> | 5,40±1,07 <sup>a</sup> | 5,27±1,05 <sup>a</sup> | 5,37±1,03 <sup>a</sup> | 5,57±1,07 <sup>a</sup> |
| P2        | 5,97±1,16 <sup>b</sup> | 5,80±1,21 <sup>b</sup> | 5,97±1,07 <sup>b</sup> | 5,83±1,05 <sup>b</sup> | 6,07±0,87 <sup>b</sup> |
| P3        | 6,20±0,93 <sup>b</sup> | 5,97±0,99 <sup>b</sup> | 6,13±1,07 <sup>b</sup> | 5,90±1,06 <sup>b</sup> | 6,27±0,74 <sup>b</sup> |
| Sig.      | <0,001                 | 0,001                  | <0,001                 | 0,003                  | <0,001                 |

**Keterangan:** Formulasi Puding P0 = penambahan konsentrasi kulit wortel 0% (kontrol), P1= penambahan konsentrasi kulit wortel 2%, P2= penambahan konsentrasi kulit wortel 4%,

*P3= penambahan konsentrasi kulit wortel 6%. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Sumber skor kesukaan menggunakan skala hedonik 1 (Sangat Tidak Suka), 2 (Tidak Suka), 3 (Agak Tidak Suka), 4 (Netral), 5 (Agak Suka), 6 (Suka), 7 (Sangat Suka) dari (Anwar & Khoirunnisaa, 2024).*

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa penambahan pewarna kulit wortel memberikan pengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis pada seluruh atribut sensori puding, yaitu warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Pada atribut warna, nilai kesukaan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi pewarna, dengan nilai terendah pada P0/kontrol (5,13) dan tertinggi pada P3/ penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6% (6,20). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa formulasi P3 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6%) berbeda nyata dibandingkan kontrol, sedangkan P1 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 2%) dan P2 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 4%) berada pada taraf kesukaan yang tidak berbeda nyata. Peningkatan kesukaan warna ini berkaitan dengan intensitas warna kuning-oranye yang semakin kuat akibat meningkatnya kandungan pigmen karotenoid, dimana nilai  $L^*$  yang lebih rendah serta nilai  $a^*$  dan  $b^*$  yang lebih tinggi menghasilkan warna yang lebih menarik secara visual. Temuan ini sejalan dengan penelitian Anwar & Khoirunnisaa (2024) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi pigmen alami dapat meningkatkan penerimaan warna produk pangan.

Pada atribut aroma, nilai kesukaan berkisar antara 5,30 hingga 5,97 dan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi pewarna. Formulasi P3 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6%) memiliki nilai kesukaan tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan P0 (kontrol), sementara P1 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 2%) dan P2 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 4%) tidak menunjukkan perbedaan nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa aroma alami ringan dari ekstrak kulit wortel pada konsentrasi tinggi masih dapat diterima dan bahkan meningkatkan persepsi aroma produk.

Pada atribut rasa, nilai kesukaan meningkat dari 5,17 pada P0 menjadi 6,13 pada P3, dengan hasil statistik menunjukkan bahwa P3 berbeda nyata dibandingkan kontrol. Peningkatan kesukaan rasa ini menunjukkan bahwa penambahan pewarna kulit wortel tidak memberikan rasa yang mengganggu, dan secara tidak langsung dapat meningkatkan penerimaan rasa melalui pengaruh visual yang lebih menarik.

Pada atribut tekstur, nilai kesukaan berada pada rentang 5,30 hingga 5,90, dengan nilai tertinggi pada P3 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6%) yang berbeda nyata dibandingkan P0 (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pewarna kulit wortel tidak menurunkan mutu tekstur puding. Peningkatan kesukaan tekstur pada konsentrasi tinggi diduga berkaitan dengan kontribusi fase minyak dari ekstrak terhadap struktur gel puding, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan homogen.

Secara keseluruhan, nilai kesukaan keseluruhan menunjukkan tren meningkat seiring bertambahnya konsentrasi pewarna, dengan nilai tertinggi pada P3/ penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6% (6,27) yang berbeda nyata dibandingkan kontrol. Formulasi P3 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 6%) dan P2 (penambahan konsentrasi pewarna kulit wortel 4%) berada pada kategori “Suka”, sedangkan P0 dan P1 berada pada kategori “Agak Suka”. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas warna yang disertai dengan perbaikan aroma, rasa, dan tekstur secara simultan berkontribusi terhadap peningkatan penerimaan panelis terhadap produk. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan ekstrak pigmen alami memberikan pengaruh nyata terhadap penerimaan sensori produk secara menyeluruh (Anwar & Khoirunnisaa, 2024).

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan limbah kulit wortel sebagai pewarna alami pada puding susu, penambahan ekstrak kulit wortel memberikan pengaruh yang sangat signifikan ( $p < 0,001$ ) terhadap intensitas warna  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  dan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap seluruh atribut hedonik (warna, aroma, rasa, tekstur, *overall*) produk puding susu. Secara fisik, peningkatan konsentrasi ekstrak pewarna kulit wortel secara linear meningkatkan nilai kemerahan ( $a^*$ ) dan kekuningan ( $b^*$ ) sebagai efek dari pigmen karotenoid. Namun, nilai kecerahan ( $L^*$ ) menunjukkan fenomena non-linear di mana titik tertinggi dicapai pada P2 (penambahan pewarna kulit wortel konsentrasi 4%) sebelum menurun pada P3 (penambahan pewarna kulit wortel konsentrasi 6%) akibat agregasi pigmen. Formulasi P3 (penambahan pewarna kulit wortel konsentrasi 6%) ditetapkan sebagai produk paling optimal karena menghasilkan intensitas warna paling nyata dengan nilai  $a^* 3,15$  dan nilai  $b^* 19,80$ , serta memperoleh skor hedonik tertinggi pada mayoritas atribut hedonik (warna, aroma, rasa, tekstur, *overall*) dengan skor 6 “suka”. Penelitian ini secara keseluruhan mendukung upaya valorisasi limbah sayuran, dimana kulit wortel yang kaya karotenoid berhasil diaplikasikan sebagai pewarna alami, sejalan dengan prinsip sistem pangan berkelanjutan.

### 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, disarankan untuk melakukan beberapa kajian lanjutan guna memaksimalkan potensi ekstrak limbah kulit wortel. Pertama, perlu dilakukan studi mendalam mengenai stabilitas pigmen karotenoid pada formula P3 (Perlakuan penambahan ekstrak pewarna kulit wortel 6%) selama proses pemasakan dan penyimpanan. Kedua, penelitian harus dilengkapi dengan analisis kuantitatif kadar karotenoid total pada formula P3 (Perlakuan penambahan ekstrak pewarna kulit wortel 6%) untuk memvalidasi secara pasti manfaat gizi tambahan yang diberikan oleh pewarna alami tersebut. Ketiga, untuk memahami titik kritis agregasi pigmen, disarankan untuk menguji rentang konsentrasi pewarna yang lebih sempit antara P2 (Perlakuan penambahan ekstrak pewarna kulit wortel 4%) dan P3 (Perlakuan penambahan ekstrak pewarna kulit wortel 6%), misalnya, 4,5% atau 5%. Terakhir, penting untuk melanjutkan ke uji afektif konsumen berskala besar (*acceptance test*) guna memastikan bahwa preferensi warna yang kuat seperti pada P3 (Perlakuan penambahan ekstrak pewarna kulit wortel 6%) dapat diterima oleh populasi konsumen yang lebih luas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Terbuka atas dukungan dan kesempatan yang diberikan untuk melaksanakan penelitian dan mempresentasikan artikel ilmiah ini pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi V (Semnas Saintek). Terima kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang terlibat atas segala bantuan teknis dan masukan yang berharga dalam penyelesaian riset ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyenti, W., Holinesti, R., Siregar, J., Insan, R. R., Pendidikan, P. S., & Keluarga, K. (2025). The Quality Of Puding With The Addition Of Tamarillo Puree. *Journal Of Scientech Research And Development*, 7(1). [Http://Idm.Or.Id/Jscr](http://Idm.Or.Id/Jscr)
- Anwar, K., & Khoirunnisaa, T. (2024). Uji Intensitas Warna, Ph Dan Kesukaan Minuman Fungsional Teh Bunga Telang Kurma. *Pontianak Nutrition Journal*, 7.
- Asiah, N., Sari, D. A., Triyastuti, M. S., & Djaeni, M. (2023). *Peralatan Pengering Pangan* (Anisa & Nuri, Eds.; 1st Ed.). Cv. Bintang Semesta Media. <https://Repository.Bakrie.Ac.Id/8814/>

- Awanda Maharani, R., & Chayati, I. (2025). *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Boga dan Busana PENAMBAHAN WORTEL PADA KULIT PANGSIT SEBAGAI SERAT ALAMI DAN PEWARNA ALAMI*. 20(1), 505–516.
- Cengristitama, Rahayu, S., & Wardati Sari, M. (2022). Pembuatan Serbuk Pewarna Alami Dari Buah Bit (*Beta Vulgaris L.*) Dengan Metode Tray Dryer. In *Pasundan Food Technology Journal (Pftj)* (Vol. 9, Issue 2).
- Esterulina Purba, N., Suhendra, L., & Made Wartini, N. (2019). *Pengaruh Suhu Dan Lama Ekstraksi Dengan Cara Maserasi Terhadap Karakteristik Pewarna Dari Ekstrak Alga Merah (Gracilaria Sp.)* (Vol. 7, Issue 4).
- Fatria, S. R., Holinesti, R., Gusnita, W., & Andriani, C. (2024). The Quality Analysis Of Of Rolled Pancake With Carrot Extract Substitution As Natural Food Colouring. *Jurnal Pendidikan Tata Boga Dan Teknologi*, 5(1), 127. <https://doi.org/10.24036/jptbt.V5i1.12692>
- Istiqmawati, D. R. (2021). *Analisis Vitamin Pada Olahan Puding Wortel (Daucus Carota L) Segar Dan Rebus Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis*.
- Kabir, F. N. A., Palleb, S. R., Halim, Md. A., Nayan, S. B., Uddin, M. B., & Aziz, M. G. (2024). Extraction Of Natural Food Color From Tomato, Carrot And Turmeric. *European Journal Of Nutrition & Food Safety*, 16(5), 175–188. <https://doi.org/10.9734/Ejnf/2024/V16i51433>
- Khairunnisa, A., & Arbi, A. S. (2021). *Praktikum Evaluasi Sensori* (1st Ed.). Universitas Terbuka.
- Komang Tharessa, N., & Pambudi, B. (N.D.). Usage Of Carrot Peel As Natural Yeast In Making Baguette. *Jurnal Pariwisata Dan Bisnis*, 02, 1060–1063. <https://doi.org/10.22334/Paris.V2i4>
- Nirmal, N. P., Khanashyam, A. C., Mundanat, A. S., Shah, K., Babu, K. S., Thorakkattu, P., Al-Asmari, F., & Pandiselvam, R. (2023). Valorization Of Fruit Waste For Bioactive Compounds And Their Applications In The Food Industry. In *Foods* (Vol. 12, Issue 3). Mdpi. <https://doi.org/10.3390/Foods12030556>
- Parsih, S. (2022). *Bahaya Pewarna Sintetis Dalam Makanan Dan Minuman Bagi Kesehatan Dan Upaya Pencegahannya*.
- Purhita, E. J. (2021). *Nirmana Pengantar Ilmu Warna*.
- Puspawati, I., & Riyani, N. (2021). *Inovasi Produk Es Krim Dengan Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Naga Merah Dan Bunga Telang Sebagai Pewarna Alami*.
- Rahayu, W. P., Nurasyiah, S., & Widyanto, R. (2023). *Evaluasi Sensori* (2nd Ed.). Universitas Terbuka.
- Raits, E., Pinte, L., Kirse-Ozolina, A., & Muizniece-Brasava, S. (2021). Effect Of Hot-Fill Processing At Reduced Temperatures On Tomato Sauce Microbiological Stability In Plastic Packaging. *Engineering For Rural Development*, 20, 1843–1849. <https://doi.org/10.22616/Erdev.2021.20.Tf405>
- Riansyah, H., Maulidya Maharani, D., Nugroho, A., Teknologi Industri Pertanian, J., Pertanian, F., Lambung Mangkurat Jalan Yani Km, U. A., & Selatan, K. (2021). *Intensitas Dan Stabilitas Warna Ekstrak Daun Pandan, Suji, Katuk, Dan Kelor Sebagai Sumber Pewarna Hijau Alami The Intensity And Stability Of Dyes From The Leaves Of Pandan, Suji, Katuk, And Moringa As Natural Green Dyes* (Vol. 15, Issue 1).
- Rizal Permadi, M., Oktafa, H., Agustianto, K., Kesehatan Politeknik Negeri Jember, J., Mastrip Box, J. P., & Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember, J. (2018). *Perancangan Sistem Uji Sensoris Makanan Dengan Pengujian Preference Test (Hedonik Dan Mutu Hedonik), Studi Kasus Roti Tawar, Menggunakan Algoritma Radial Basis Function Network*. 8(1).
- Sinaga, A. S. (2019). Segmentasi Ruang Warna L\*A\*B. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1), 43–46.

- Singo, T. M., & Beswa, D. (2019). Effect Of Roselle Extracts On The Selected Quality Characteristics Of Ice Cream. *International Journal Of Food Properties*, 22(1), 42–53. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1567535>
- Susilawati, Ribut, S., & Marita Damaiyanti, S. (2016). Formulasi Virgin Coconut Oil(Vco) Dan Pengemulsi Lesitin Kedelai Terhadap Stabilitas Emulsi Dan Sifat Organoleptik Pasta Kacang Merah [Formulation Of Virgin Coconut Oil (Vco)And Emulsifier Lechitin Of Soy On The Emulsion Stability And Sensory Characteristic Of Red Beans Paste]. In *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian* (Vol. 21, Issue 1).
- Syamsul, E. S., Anugerah, O., Supriningrum, R., & Samarinda, S. (N.D.). *Penetapan Rendemen Ekstrak Daun Jambu Mawar (Syzygium Jambos L. Alston) Berdasarkan Variasi Konsentrasi Etanol Dengan Metode Maserasi* (Vol. 2, Issue 3).
- Vega, E. N., Ciudad-Mulero, M., Fernández-Ruiz, V., Barros, L., & Morales, P. (2023). Natural Sources Of Food Colorants As Potential Substitutes For Artificial Additives. In *Foods* (Vol. 12, Issue 22). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi). <https://doi.org/10.3390/Foods12224102>
- Vo, T. P., Tran, H. K. L., Ta, T. M. N., Nguyen, H. T. V., Phan, T. H., Nguyen, T. H. P., Nguyen, V. K., Dang, T. C. T., Nguyen, L. G. K., Chung, T. Q., & Nguyen, D. Q. (2023). Extraction And Emulsification Of Carotenoids From Carrot Pomaces Using Oleic Acid. *Acs Omega*, 8(42), 39523–39534. <https://doi.org/10.1021/Acsomega.3c05301>