

Optimasi Formula dan Uji Organoleptik *Food Bar* Berbasis Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) dan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.)

Nadia Eka Prameswari^{1)*}, Trifena Honestin¹⁾, Catherine Novita Sari Sigalingging¹⁾, Tri Dewanti Widyaningsih¹⁾

¹⁾Fakultas Teknologi Pertanian, Departemen Ilmu Pangan dan Bioteknologi, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Ketawanggede Malang, Telp 085156985053, email: ftp_ub@ub.ac.id

*Penulis korespondensi. Email: nadiaekaprameswari@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu makanan yang memperhatikan kebutuhan gizi dan kecukupan kalori serta memiliki kemudahan dalam pengonsumsiannya adalah food bar. Food bar umumnya terbuat dari sereal, kacang-kacangan, buah kering yang diikat menggunakan binder atau agen pengikat untuk mengikat bahan satu sama lain. Diperlukan adanya pengembangan produk food bar berbahan dasar pangan lokal. Bahan lokal Indonesia yang berpotensi adalah ubi jalar ungu dan kacang hijau. Manfaat dari ubi jalar ungu yaitu mengandung antosianin yang berperan sebagai antioksidan. Sedangkan kacang hijau kaya akan kandungan protein. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui 1) optimasi formulasi food bar dari ubi jalar ungu dan kacang hijau 2) analisis tiga respon utama berupa aktivitas antioksidan, total fenol, total flavonoid 3) karakteristik organoleptik food bar dari ubi jalar ungu dan kacang hijau. Pada penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan rekomendasi formula dari empat bahan utama food bar menggunakan extreme vertices mixture design dari Minitab 19 untuk memperoleh permodelan yang dapat menjelaskan interaksi antara variabel bebas dengan respon yang diteliti. sehingga didapatkan 15 formula percobaan. Pada penelitian utama dilakukan untuk mendapatkan formula optimasi terpilih yang direkomendasikan program. Tahap optimasi ini memberikan formula baru menurut program yang optimal dengan nilai desirability maksimum. Selanjutnya dilakukan tahap verifikasi di laboratorium. Formula optimal food bar yang didapatkan adalah pasta ubi ungu 54,84%, tepung kacang hijau 33,95%, tepung daun kelor 6,21% dan potongan stroberi kering 5%. Hasil analisis 3 respon utama didapatkan aktivitas antioksidan 16,44 mg TE/g, total fenol 10,70 mg GAE/g dan total flavonoid 11,35 mg QE/g. Hasil uji organoleptik dengan uji hedonik food bar didapatkan bahwa untuk parameter kenampakan 3,4 (netral), aroma 2,4 (tidak suka), warna 3,525 (netral), rasa 2,875 (netral), tekstur 3,625 (suka).

Kata kunci: Food bar; Ubi Jalar Ungu; Kacang Hijau; Optimasi Formula; Organoleptik

ABSTRACT

One of the foods that pays attention to nutrition and a caloric diet and has ease in its control is the food bar. The food bars are mostly made of cereals, legumes, dried fruits that are bound together using binders or binders to bind together the ingredients. Local food-based products needed to develop. Indonesia's potential local ingredients are purple yams and green beans. The benefits of the purple sweet potato included anthocyanin, which served as the antioxidant. Green beans are high in protein. The purpose of this study was to determine 1) optimization of food bar formulations from purple sweet potato and green beans 2) analysis of three main responses in the form of antioxidant activity, total phenols, total flavonoids 3) organoleptic characteristics of food bars from purple sweet potatoes and green beans. In the preliminary research conducted to determine the formula recommendations of the four main food bar ingredients using the extreme vertices mixture design from Minitab 19 to obtain a model that can explain the interaction between the independent variables and the responses studied. so that 15 experimental formulas were obtained. The main research was conducted to obtain the selected optimization formula recommended by the program. This optimization stage provides a new formula according to the optimal program with the maximum desirability value. Furthermore, the verification stage is carried out in the laboratory. The optimal food bar formula obtained

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

was 54.84% purple sweet potato paste, 33.95% green bean flour, 6.21% moringa leaf powder and 5% dried strawberry pieces. The results of the analysis of the 3 main responses obtained antioxidant activity of 16.44 mg TE/g, total phenol 10.70 mg GAE/g and total flavonoids 11.35 mg QE/g. The results of the organoleptic test with the food bar hedonic test found that for the appearance parameter 3.4 (neutral), aroma 2.4 (dislike), color 3.525 (neutral), taste 2.875 (neutral), texture 3.625 (like).

Keywords: Food Bars; Purple Sweet Potatoes; Mung beans; Formula Optimization; Organoleptic

1. PENDAHULUAN

Mengonsumsi makanan serba instan dengan memilih makanan praktis dan cepat saji telah menjadi bagian gaya hidup di Indonesia terutama pada masyarakat perkotaan. Pola makan masyarakat yang tidak teratur serta konsumsi makanan dengan gizi yang kurang seimbang dapat menimbulkan penyakit degeneratif. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar oleh Badan Litbangkes (2018) didapatkan bahwa penyakit degeneratif di Indonesia semakin meningkat. Pada tahun 2018 diperoleh bahwa prevalensi penyakit hipertensi pada penduduk umur ≥ 18 tahun sebesar 34,1%, prevalensi penyakit stroke pada penduduk umur ≥ 15 tahun sebesar 10,9%, prevalensi penyakit kanker penduduk pada semua umur sebesar 1,8%, dan prevalensi penyakit jantung penduduk pada semua umur sebesar 1,5%. Adanya peningkatan data penyakit degeneratif di Indonesia diharapkan masyarakat mengubah pola makan dengan mengonsumsi makanan yang sehat.

Makanan sehat merupakan makanan yang mengandung zat-zat yang diperlukan tubuh baik komponen makro seperti karbohidrat, protein, lemak dan komponen mikro seperti vitamin dan mineral serta bebas dari bahan-bahan berbahaya (Puspawati dan Briawan, 2015). Makanan yang sehat juga mengandung kalori yang sesuai dengan kebutuhan tubuh. Hal ini membuat makanan menjadi sehat tren dalam industri pangan melalui pengembangan pangan fungsional. Pangan fungsional sendiri merupakan pangan yang mengandung komponen bioaktif di luar kandungan zat gizinya yang memberikan efek fisiologis bagi tubuh seperti memperkuat daya tahan tubuh dan membantu mencegah penyakit (Suarni dan Yasin, 2016).

Salah satu makanan yang memperhatikan kebutuhan gizi dan kecukupan kalori serta memiliki kemudahan dalam pengonsumsiannya adalah *food bar*. *Food bar* didefinisikan sebagai makanan padat dengan bentuk batang yang dapat dikonsumsi sebagai makanan selingan (Kurniawan *et al.*, 2020). Kandungan gizi makanan selingan sekitar 10% dari kebutuhan energi sehari (Hakim dan Ayustaningwarno, 2013). *Food bar* umumnya terbuat dari sereal, kacang-kacangan, buah kering yang diikat menggunakan *binder* atau agen pengikat untuk mengikat bahan satu sama lain. Keunggulan dari *food bar* adalah kepraktisannya dalam pengonsumsiannya atau disebut *ready to eat food*.

Food bar yang beredar cenderung memiliki kandungan energi tinggi, gula, lemak, dan karbohidrat yang tidak baik bagi tubuh. Diharapkan *food bar* yang ada tidak hanya memberikan kebutuhan kalori tetapi juga terdapat kandungan gizi didalamnya menjadikan adanya modifikasi untuk pengembangan *food bar* yang menonjolkan zat gizi sesuai dengan target konsumennya (Amalia, Nuryani dan Santoso, 2022). *Food bar* umumnya terbuat dari tepung kedelai dan tepung terigu yang merupakan komoditas impor di Indonesia (Soeparyo *et al.*, 2018). Diperlukan adanya pengembangan produk *food bar* berbahan dasar pangan lokal. Bahan lokal Indonesia yang berpotensi adalah ubi jalar ungu dan kacang hijau. Ubi jalar menempati posisi keempat sebagai sumber karbohidrat setelah padi, jagung, dan ubi kayu (Widhaswari dan Putri, 2014). Penggunaan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) sebagai bahan pembuatan produk *food bar* karena kandungan

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

antosianin yang bermanfaat untuk kesehatan (Mardiyansah *et al.*, 2020). Sedangkan, penggunaan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dikarenakan kacang hijau kaya akan protein dan memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh (Aidah, 2020). Penggunaan bahan-bahan tersebut tentunya akan mempengaruhi karakteristik produk *food bar* yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkaji mengenai optimasi formula dan uji organoleptik produk *food bar* berbasis ubi jalar ungu dan kacang hijau.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan *food bar* diantaranya yaitu hand mixer (Philips), oven listrik (Cosmos), food dehydrator, blender (Philips), timbangan analitik (Denver instrument M-310), kompor, timbangan digital, ayakan 60 mesh, loyang, cup plastik, spatula plastik, dan pisau. Alat-alat yang digunakan untuk analisis diantaranya yaitu tabung reaksi, rak tabung reaksi, beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, labu ukur, bulb, pipet ukur, pipet tetes, gelas arloji, spatula, batang pengaduk, vortex, spektrofotometer (Unico, UV-2100 Spectrophotometer), dan botol gelap.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *food bar* adalah ubi jalar ungu varietas antin 3 yang didapatkan dari Balitkabi Malang, kacang hijau varietas vima 3 yang didapatkan dari Balitkabi Malang, tepung daun kelor (Maronggi) dan stroberi kering, telur (Superindo), margarin (Forvita) dan gula stevia (Tropicana slim).

2.2 Metode

2.2.1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan rekomendasi formula dari empat bahan utama *food bar* menggunakan *extreme vertices mixture design* dari *Minitab 19* untuk memperoleh permodelan yang dapat menjelaskan interaksi antara variabel bebas dengan respon yang diteliti. Sebelumnya dilakukan studi literatur dan *trial error* pembuatan *food bar* untuk menentukan batas atas dan batas bawah bahan yang digunakan. Selanjutnya ditentukan batasan jumlah atau proporsi bahan *food bar* yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Batasan bahan utama *food bar*

Nama Bahan	Batas Bawah	Batas Atas
Pasta Ubi Jalar Ungu	50%	60%
Teung Kacang Hijau	30%	40%
Tepung Daun Kelor	5%	10%
Stroberi Kering	5%	10%

Dari batasan di atas dimasukkan ke software *Minitab 19* dengan memasukkan batasan variabel bebas (pasta ubi jalar ungu, tepung kacang hijau, tepung daun kelor, dan potongan stroberi kering) dan respon yang telah ditentukan (aktivitas antioksidan, total fenol, dan total flavonoid). Program akan merekomendasikan formula untuk diuji dan menghasilkan 15 formula percobaan yang disajikan pada Tabel 2.

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
 FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

Tabel 2. Rancangan formula percobaan optimasi formulasi minitab metode *mixture*

Run	A: Pasta ubi ungu (g)	B: Tepung kacang hijau (g)	C: Tepung daun kelor (g)	D: Stroberi kering (g)	Aktivitas antioksidan (mg TE/g)	Total Flavonoid (mg QE/g)	Total fenol (mg GAE/g)
1	60.00	30.00	5.00	5.00			
2	50.00	30.00	10.00	10.00			
3	55.00	30.00	5.00	10.00			
4	50.00	35.00	5.00	10.00			
5	55.00	30.00	10.00	5.00			
6	50.00	40.00	5.00	5.00			
7	50.00	35.00	10.00	5.00			
8	52.86	32.58	7.14	7.14			
9	56.43	31.43	6.07	6.07			
10	51.43	31.43	8.57	8.57			
11	53.93	31.43	6.07	8.57			
12	51.43	33.93	6.07	8.57			
13	53.93	31.43	8.57	6.07			
14	51.43	36.43	6.07	6.07			
15	51.43	33.93	8.57	6.07			

2.2.2. Penelitian Utama

Pada tahap ini dilakukan untuk mendapatkan formula optimasi terpilih yang direkomendasikan program. Tahap pengambilan data respon dimulai dengan maserasi empat bahan utama (pasta ubi jalar ungu, tepung kacang hijau, tepung daun kelor, dan potongan stroberi kering) dengan metode ekstraksi maserasi. Proporsi ke empat bahan utama didapatkan dari rancangan formula yang dihasilkan dari program minitab sebelumnya. Proses selanjutnya yaitu analisis respon (aktivitas antioksidan, total fenol, dan total flavonoid) sebanyak tiga ulangan pada masing-masing bahan utama (pasta ubi jalar ungu, tepung kacang hijau, tepung daun kelor, dan potongan stroberi kering).

Data hasil pengujian ketiga respon dimasukkan ke setiap kolom respon agar dapat dianalisis oleh program Minitab 19 untuk menghasilkan formula yang optimal. Tahap optimasi ini memberikan formula baru menurut program yang optimal dengan nilai *desirability* maksimum. Formula optimasi yang direkomendasikan oleh Minitab ditentukan berdasarkan aktivitas antioksidan, total fenol, dan total flavonoid maksimum sehingga menjadi formula terpilih. Selanjutnya dilakukan tahap verifikasi di laboratorium. Proses verifikasi merupakan proses pembuatan food bar dengan menggunakan formulasi terpilih dari hasil optimasi untuk melihat kesesuaian nilai respon prediksi yang dihasilkan program dengan nilai aktual yang didapatkan. Data hasil laboratorium diuji secara statistik menggunakan T-test, jika p-value > 0,05 maka hasil prediksi dan verifikasi tidak jauh berbeda.

2.2.3. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang perlu disiapkan terdiri dari pasta ubi jalar ungu, tepung kacang hijau, tepung daun kelor dan buah stroberi kering. Pembuatan pasta ubi ungu dimulai dari pencucian, pengupasan, dan pemotongan ubi jalar ungu lalu dilakukan pengukusan selama 15 menit pada suhu 98-100oC kemudian didinginkan dan dihancurkan menjadi pasta. Pasta ubi jalar ungu ini dibungkus dengan aluminium foil dan kemasan plastik vakum berisikan silica gel kemudian

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

disimpan di dalam freezer. Untuk pembuatan tepung kacang hijau dimulai dari penyortiran biji, pencucian biji. Biji yang telah bersih kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 3-4 jam dan digiling menggunakan blender. Tepung kacang hijau yang telah didapatkan ini disimpan dalam plastik vakum berisikan silica gel. Untuk tepung daun kelor menggunakan produk komersial maronggi. Untuk potongan buah stroberi kering dibuat dengan pencucian, pemotongan tipis, kemudian dikeringkan selama kurang lebih 48 jam menggunakan food dehydrator. Potongan stroberi ini disimpan dalam plastik vakum yang berisikan silica gel.

2.2.4. Pembuatan Food Bar

Bahan-bahan pelengkap pada pembuatan *food bar* diantaranya yaitu margarin merek forvita, gula stevia merek tropicana slim, dan telur merek superindo dimana semua bahan ini diperoleh dari supermarket superindo. Pembuatan *food bar* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penimbangan bahan-bahan menggunakan timbangan analitik
2. Margarin, gula stevia, dan telur dimasukkan dalam baskom lalu diaduk dengan mixer selama 3 menit
3. Pasta ubi jalar ungu dimasukkan dan diaduk hingga rata menggunakan spatula
4. Tepung kacang hijau dan tepung daun kelor dimasukkan kemudian diaduk sampai rata menggunakan spatula
5. Potongan buah stroberi kering dimasukkan dan diaduk kembali hingga rata
6. Adonan yang telah tercampur rata dicetak dalam loyang dengan ketebalan 1 cm.
7. Adonan di dalam loyang di panggang di oven dengan suhu 105°C selama 45 menit
8. Loyang dikeluarkan dan adonan dipotong memanjang berbentuk batang kemudian dipanggang kembali dalam oven dengan suhu 125°C selama 6 menit

2.2.4. Analisis Tiga Respon Utama (Aktivitas Antioksidan, Total fenol, dan Total Flavonoid)

1. Analisis Aktivitas Antioksidan Trolox dengan Metode DPPH modifikasi Antioksidan (Sutharut dan Sudarat, 2012)

Metode uji DPPH dilakukan dengan prosedur pertama yaitu pembuatan larutan standar trolox dengan menimbang trolox yang dilarutkan dengan larutan etanol. Larutan standar trolox kemudian dilakukan pengenceran dalam etanol. Kemudian 1 ml larutan trolox dimasukan dalam tabung reaksi dan di campur dengan 2 ml larutan DPPH 40 µl/ml (dalam methanol). Kemudian dilakukan pencampuran dengan vortex dan diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit dalam kondisi gelap. Sampel/larutan dilakukan pembacaan serapan dengan menggunakan spektrofotometer pada λ 517 nm. Hasil absorpsi kemudian dihitung persamaan linear $y = ax + b$ untuk mengetahui konsentrasi dalam sampel.

Sebanyak 1 ml larutan sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dicampur dengan 2 ml DPPH 40 µl/ml. Kemudian tabung reaksi divortex dan diinkubasi pada suhu ruang kondisi gelap selama 30 menit. Setelah diinkubasi kemudian diukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer pada λ 517 nm. Persamaan linear tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan aktivitas antioksidan yang dinyatakan sebagai Trolox equivalent (mg TE/gram) dengan rumus:

$$AA = \frac{C \times V \times FP}{m}$$

Keterangan:

AA : Aktivitas Antioksidan (mg TE/g)

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

- C : Konsentrasi trolox pada kurva standar (ppm TE)
V : volume ekstrak yang digunakan (ml)
m : berat sampel (g)

2. Analisis Total Fenol (Georgé *et al.*, 2005)

Pembuatan kurva standar asam galat dengan membuat larutan asam galat pada berbagai pengenceran yaitu 0, 40, 80, 120, 160 dan 200 ppm. Sebanyak 1 mL larutan asam galat diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu sebanyak 2 ml reagen Folin Ciocalteau 10% dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian diinkubasi selama 5 menit dalam suhu ruang. Setelah itu sebanyak 2 mL Na₂CO₃ 7,5% dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian divortex agar homogen lalu campuran diinkubasi selama 30 menit. Setelah diinkubasi kemudian diukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer pada λ 759 nm. Hasil absorbansi masing-masing konsentrasi asam galat diplotkan ke dalam grafik dan menghitung persamaan linear $y = ax + b$.

Larutan sampel sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu sebanyak 2 ml reagen Folin Ciocalteau 10% dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian diinkubasi selama 5 menit dalam suhu ruang. Setelah itu sebanyak 2 mL Na₂CO₃ 7,5% dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian divortex agar homogen lalu campuran diinkubasi selama 30 menit. Setelah diinkubasi kemudian diukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer pada λ 759 nm dengan setiap sampel diukur secara triplo.

$$TP = \frac{C \times V \times FP}{m}$$

Keterangan:

- TP : Total fenol (mg QE/g)
C : Kadar total fenol dalam bentuk ekuivalen galat (ppm GAE)
V : Volume ekstrak (mL)
m : Berat sampel (g)

3. Analisis Total Flavonoid (Atanassova *et al.*, 2011)

Metode uji flavonoid dilakukan dengan prosedur pertama yaitu pembuatan larutan quercetin dengan berbagai pengenceran dalam larutan etanol. Kemudian ambil larutan quercetin atau sampel sebanyak 1 ml di tambahkan dengan NaNO₂ 5% sebanyak 0,5 ml lalu campur pada vortex dan diamkan selama 5 menit. Kemudian larutan campuran ditambahkan AlCl₃ 10% sebanyak 0,5 vortex kembali dan diamkan selama 5 menit. Setelah itu penambahan larutan NaOH 1M sebanyak 3 ml lalu dilakukan vortex dan diamkan selama 5 menit kembali. Larutan campuran/sampel kemudian dilakukan pembacaan absorbansi dengan λ 325 nm. Hasil absorpsi kemudian dihitung persamaan linear $y = ax + b$, untuk mengetahui konsentrasi quercetin dalam sampel. Persamaan linear tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan kadar total flavonoid yang dinyatakan sebagai quercetin equivalent (mg QE/gram) dengan rumus :

$$TF = \frac{C \times V \times FP}{m}$$

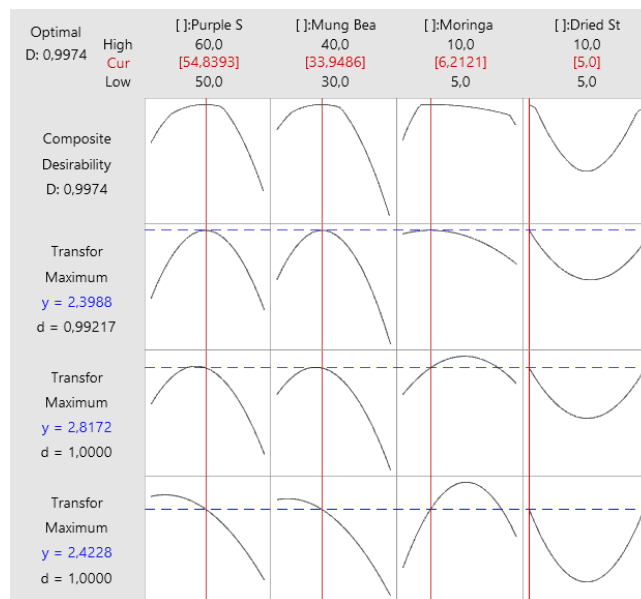
Keterangan:

- TF : Total flavonoid (mg QE/g)
C : Kadar total flavonoid dalam bentuk ekuivalen quercetin (ppm QE)
V : Volume ekstrak (mL)
m : Berat sampel (g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Optimasi

Optimasi dilakukan sesuai data variabel dan data pengukuran respon yang dimasukkan untuk mendapatkan keluaran rekomendasi formula baru yang optimal menurut program. Target nilai respon ditentukan berdasarkan nilai variabel yang diinginkan yaitu aktivitas antioksidan maksimal, total fenol maksimal, dan total flavonoid maksimal dengan komponen bahan utama masih dalam batas pada matriks desain percobaan awal. Digunakan perangkat lunak Minitab 19.0 yang dapat menganalisis respon secara bersamaan dari 15 formula desain campuran menggunakan menu *response optimizer* untuk menemukan formula campuran optimal dengan respon yang diinginkan.



Gambar 1. Hasil optimasi respon aktivitas antioksidan, total fenol, dan total flavonoid menggunakan *response optimizer* pada *software* minitab 19.

Formula dengan solusi terbaik adalah formula ditentukan dengan nilai *desirability* maksimum. Nilai *desirability* nilai fungsi untuk optimasi yang besarnya 0-1, jika nilai semakin mendekati 1(satu) maka semakin menunjukkan kedekatan respon dengan nilai idealnya (Iryani *et al.*, 2021). Komposisi campuran yang dioptimalkan untuk respon maksimum ditunjukkan pada Gambar 1. Formula optimal yang direkomendasikan untuk pembuatan *food bar* adalah pasta ubi jalar ungu 54,84%, tepung kacang hijau 33,95%, tepung daun kelor 6,21% dan stroberi kering 5,00% karena memiliki nilai *composite desirability* tinggi sebesar 0,9974.

Setelah diperoleh formula optimal oleh perangkat lunak Minitab 19.0 dilanjutkan ke tahap verifikasi dimana campuran bahan utama dengan formula optimal tersebut dibuat di laboratorium kemudian dilakukan uji respon kembali (aktivitas antioksidan, total fenol, dan total flavonoid). Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah penerapan di laboratorium akan mendapatkan hasil yang sama dengan perhitungan yang diprediksi oleh perangkat lunak. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3. didapatkan aktivitas antioksidan 16,44 mg TE/g, total fenol 10,70 mg GAE/g, dan total flavonoid 11,35 mg QE/g. Hasil verifikasi kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan *T-test* pada perangkat lunak *Minitab 19* dan diperoleh *p-value* lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) yang menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara nilai prediksi dengan hasil pengujian laboratorium dari ketiga respon tersebut. Sehingga model sudah sesuai dan solusi formula optimal yang diberikan oleh program Minitab dapat diterima.

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
 FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

Tabel 3. Solusi Formula Optimal, Nilai Prediksi dan Hasil Verifikasi

	Variabel Bebas				Respon		
	Pasta Ubi Jalar Ungu (%)	Tepung Kacang Hijau (%)	Tepung Daun Kelor (%)	Potongan Stroberi Kering (%)	Respon 1 Aktivitas Antioksidan (mg TE/g)	Respon 2 Total Fenol (mg GAE/g)	Respon 3 Total Flavonoid (mg QE/g)
Prediksi					11.01	16.73	11.28
Verifikasi	54.84	33.95	6.21	5.00	10.70	16.44	11.35
	Hasil T-test (p-value)				0.207	0.134	0.438

Untuk komposisi bahan-bahan pembuatan *food bar* disajikan pada tabel Tabel 4. Bahan utama yang digunakan adalah pasta ubi jalar ungu, tepung kacang hijau, tepung daun kelor, dan potongan stroberi kering. Digunakan bahan pendukung juga yaitu 30,84% margarin, 20,84% telur dan 6,67% pemanis stevia.

Tabel 4. Komposisi *food bar*

Nama Bahan	Persentase (%)		Jumlah (g)*
	Bahan Utama	Bahan Pendukung	
Pasta Ubi Jalar Ungu	54,84	-	65,81
Tepung Kacang Hijau	33,95	-	40,74
Tepung Daun Kelor	6,21	-	7,45
Potongan Stroberi Kering	5,00	-	6,00
Margarin	-	30,84	37,00
Telur	-	20,84	25,00
Pemanis Stevia	-	6,67	8,00
Jumlah Total	100,00		190,00

*dalam satu loyang ukuran 10 cm x 8 cm

3.2 Hasil Analisis Tiga Respon Utama (Aktivitas Antioksidan, Total fenol, dan Total Flavonoid)

Hasil verifikasi aktivitas antioksidan pada *food bar* sebesar 10.70 mg TE/g ditunjukkan pada Tabel 3. Senyawa antioksidan ini berasal dari bahan-bahan utama yang digunakan. Kandungan antosianin yang ditemukan pada ubi jalar ungu merupakan bagian dari senyawa antioksidan kuat yang memiliki aktivitas menangkal radikal bebas (Prasetyo dan Winardi, 2020). Pada ubi jalar ungu segar dengan perlakuan pengukusan memiliki aktivitas aktioksidan sebesar 26,04 $\mu\text{mol TE/g}$ (Y. Tang *et al.*, 2015). Senyawa fenolik yang terkandung dalam daun kelor berfungsi sebagai antioksidan karena mengandung senyawa hidroksil bebas yang dapat mereduksi aktivitas oksidasi. Kandungan flavonoid pada daun kelor juga memiliki potensi sebagai antioksidan (Tshabalala *et al.*, 2020). Tepung kelor sendiri memiliki aktivitas antioksidan sebesar 87,02% (Ilyas *et al.*, 2015). Kacang hijau mengandung senyawa fenol dan flavonoid yang dapat bertindak sebagai antioksidan. Semakin tinggi senyawa fenol yang dimiliki maka aktivitas antioksidan kacang hijau semakin tinggi (Rachim *et al.*, 2020). Menurut Shi *et al* (2016) aktivitas antioksidan kacang hijau sebesar 31,77 $\mu\text{mol/g}$. Stroberi memiliki potensi sebagai antioksidan yang dipengaruhi oleh kadar antosianin yang merupakan bagian dari senyawa flavonoid yang memiliki potensi sebagai antioksidan (Giampieri *et al.*, 2014).

Hasil verifikasi total fenol pada *food bar* sebesar 16.44 mg GAE/g ditunjukkan pada Tabel 3. Ubi jalar ungu sendiri mengandung senyawa fenol yang terdapat pada seluruh bagian umbi. Asam fenolat yang terdapat pada ubi jalar ungu antara lain asam salisilat, asam kafeat, asam klorogenat, asam galat, asam p -koumarat, asam protokatekuat, dan asam 4-hidroksi benzoate (Kim *et al.*, 2019). Ubi jalar ungu dengan perlakuan pengukusan memiliki total fenol sebesar

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
 FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

15,77 mg GAE/g (Y. Tang *et al.*, 2015). Asam fenolat yang ditemukan pada kacang hijau yaitu asam kafeat, asam syringat, asam p-koumarat, dan asam ferulat dimana asam fenolat yang dominan adalah asam kafeat. Total fenol pada kacang hijau sebesar 2,21 mg/g (Shi *et al.*, 2016). Daun kelor memiliki 11 asam fenolat yang terdiri dari asam galat, asam kafeat, asam klorogenat, asam koumarat, asam elagat, asam gentisat, asam sinapat, dan asam siringat. (Ezz El-Din Ibrahim *et al.*, 2022). Total fenol pada tepung daun kelor sebesar 9535,3 mg/100g (Ilyas *et al.*, 2015). Komponen fenolik dalam stroberi terdiri dari antosianin yang merupakan komponen terbesar, flavan-3-ols, ellagitanin, asam sinamat dan konjugatnya, flavonols, serta asam elagat dan konjugatnya (Giampieri *et al.*, 2014).

Hasil verifikasi total flavonoid pada food bar sebesar 11.35 mg QE/g ditunjukkan pada Tabel 3. Flavonoid yang dominan pada kacang hijau adalah vitexin (apigenin-8-C- β -glucopyranoside) dan isovitexin (apigenin-6-C- β -glucopyranoside) (D. Tang *et al.*, 2014). Total flavonoid pada kacang hijau sebesar 22,69 mg/g (Shi *et al.*, 2016). Senyawa flavonoid yang ditemukan dalam daun kelor adalah rutin, kuersetin, rhamnetin, kaempferol, apigenin, dan myricetin (Rani *et al.*, 2018). Total flavonoid tepung daun kelor sebesar 6543,3 mg/100g (Ilyas *et al.*, 2015). Ubi jalar ungu kaya akan antosianin sebagai bagian dari senyawa flavonoid yang memberikan warna ungu. Flavonoid lain yang teridentifikasi adalah flavon, flavonols, flavan-3-ols, dan flavanon (Wang *et al.*, 2018). Total flavonoid pada ubi jalar ungu sebesar 96,91 mg QE/g (Salawu *et al.*, 2015). Stroberi memiliki senyawa flavonoid yang terdiri dari antosianin, flavonols, dan flavan-3-ols (Warner *et al.*, 2021).

3.3 Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan untuk memperoleh tingkat nilai kesukaan (*hedonic scoring scale*) panelis terhadap produk *food bar* dari ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau. Uji kesukaan panelis menggunakan 5 skala hedonik. Pengujian ini dilakukan pada 40 panelis tidak terlatih yang merupakan mahasiswa Departemen Ilmu Pangan dan Bioteknologi. Parameter yang digunakan meliputi kenampakan, aroma, warna, rasa, dan tekstur. Berikut ini merupakan data hasil uji organoleptik *food bar* formulasi dibandingkan dengan *food bar* komersial yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji hedonik pada *food bar* formulasi dan *food bar* komersial

Sampel	Parameter Organoleptik				
	Kenampakan	Aroma	Warna	Rasa	Tekstur
Food Bar Formulasi	3,4 ^b	2,6 ^b	3,525 ^b	2,875 ^b	3,625 ^a
Food Bar Komersial	4,2 ^a	4,525 ^a	3,925 ^a	4,650 ^a	3,625 ^a

Keterangan ^a dan ^b perbedaan huruf ini menunjukkan perbedaan antar sampel pada kolom yang sama ($p < 0,05$) pada uji *One Way ANOVA* diikuti dengan uji *Duncan* (1= sangat tidak suka; 2= tidak suka; 3= netral; 4= suka ; 5= sangat suka).

Kenampakan produk adalah atribut paling penting untuk memilih sebuah produk dimana konsumen akan mempertimbangkan penampakan produk dahulu dan mengesampingkan atribut sensori lain (Tarwendah, 2017). Penilaian kenampakan meliputi penilaian keseluruhan produk. Pada parameter kenampakan, tingkat kesukaan *food bar* formulasi bernilai 3,4 (netral) sedangkan *food bar* komersial bernilai 4,2 (suka). Ini menunjukkan tingkat kesukaan terhadap parameter kenampakan kedua sampel berbeda nyata dimana panelis lebih menyukai kenampakan sampel *food bar* komersial. Dari segi kenampakan, *food bar* formulasi dan *food bar* komersial keduanya memiliki bentuk yang sama yakni balok memanjang.

Aroma pada produk makanan dapat muncul karena sistem olfaktori merespon senyawa volatil makanan yang masuk ke rongga hidung (Tarwendah, 2017). Pada parameter aroma, tingkat kesukaan food bar formulasi bernilai 2,4 (tidak suka) sedangkan food bar komersial bernilai 4,525 (suka). Ini menunjukkan tingkat kesukaan terhadap parameter aroma kedua sampel berbeda nyata dimana panelis lebih menyukai kenampakan sampel food bar komersial. Hal ini disebabkan karena food bar formulasi memiliki aroma langu yang berasal dari kacang hijau. Kacang hijau memiliki aroma langu karena aktivitas enzim lipoksigenase menyerang rantai asam lemak tidak jenuh yang menghasilkan senyawa dengan bobot molekul lebih kecil, terutama aldehid dan keton (Pratama dan Nisa, 2014). Pada daun kelor memiliki enzim lipoksidase yang menghidrolisis lemak menjadi senyawa-senyawa aroma langu (Ilona dan Ismawati, 2015).

Warna adalah karakter visual yang dapat dinilai oleh mata sehingga mempengaruhi ketertarikan konsumen pada makanan (Nintami dan Rustanti, 2012). Pada parameter warna, tingkat kesukaan *food bar* formulasi bernilai 3,525 (netral) sedangkan *food bar* komersial bernilai 3,925 (suka). Ini menunjukkan tingkat kesukaan terhadap warna kedua sampel berbeda nyata dimana panelis lebih menyukai warna sampel *food bar* komersial. Hal ini disebabkan karena warna *food bar* formulasi lebih gelap karena menggunakan bahan pasta ubi ungu yang memiliki warna ungu gelap. Warna ungu gelap ini berasal dari pigmen antosianin yang terkandung dalam ubi ungu (Kurniasari *et al.*, 2021). Pada *food bar* komersial memiliki warna coklat muda karena menggunakan bahan utama tepung kedelai yang berwarna coklat muda.

Rasa dapat dirasakan oleh indra pengecap karena rangsangan yang ditimbulkan oleh bahan yang dimakan (Nintami dan Rustanti, 2012). Pada parameter rasa, tingkat kesukaan *food bar* formulasi bernilai 2,875 (netral) sedangkan *food bar* komersial bernilai 4,650 (suka). Ini menunjukkan tingkat kesukaan terhadap parameter rasa kedua sampel berbeda nyata dimana panelis lebih menyukai warna sampel *food bar* komersial. Hal ini karena *food bar* formulasi hanya menggunakan bahan pendukung telur, margarin, dan gula stevia. Gula stevia sendiri dapat menimbulkan *after taste* pahit saat dikonsumsi (Faradillah, 2017). Sedangkan pada *food bar* komersial memiliki bahan pendukung gula, susu skim, garam, campuran mentega dan margarin serta bahan tambahan berupa perisa sintetik.

Tekstur makanan timbul karena perpaduan dari beberapa sifat fisik seperti bentuk, ukuran, jumlah, dan unsur-unsur pembentuk bahan yang dirasakan oleh indra perasa dan peraba (Midayanto dan Yuwono, 2014). Pada parameter tekstur, tingkat kesukaan *food bar* formulasi bernilai 3,625 (suka) sedangkan *food bar* komersial bernilai 3,625 (suka). Ini menunjukkan tingkat kesukaan terhadap parameter tekstur kedua sampel tidak berbeda nyata dimana panelis menyukai kedua tekstur sampel baik *food bar* formulasi dan *food bar* komersial.

4. KESIMPULAN

Formula optimal food bar yang didapatkan adalah pasta ubi ungu 54,84%, tepung kacang hijau 33,95%, tepung daun kelor 6,21% dan potongan stroberi kering 5%. Hasil analisis 3 respon utama didapatkan aktivitas antioksidan 16,44 mg TE/g, total fenol 10,70 mg GAE/g dan total flavonoid 11,35 mg QE/g. Hasil uji organoleptik dengan uji hedonik food bar didapatkan bahwa untuk parameter kenampakan 3,4 (netral), aroma 2,4 (tidak suka), warna 3,525 (netral), rasa 2,875 (netral), tekstur 3,625 (suka).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aidah, S. N. (2020). *Ensiklopedi Kacang Hijau*. Penerbit KBM Indonesia.
- Amalia, M. R., Nuryani, & Santoso, B. (2022). Karakteristik Sensoris dan Nilai Gizi pada Food Bar dengan Substitusi Tepung dan Biji Labu Kuning. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 4(1), 182–192. <http://salnesia.id/index.php/jika>

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

- Atanassova, M., Georgieva, S., & Ivancheva, K. (2011). Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 46(1), 81–88.
- Ezz El-Din Ibrahim, M., Alqurashi, R. M., & Alfaraj, F. Y. (2022). Antioxidant Activity of Moringa oleifera and Olive Olea europaea L. Leaf Powders and Extracts on Quality and Oxidation Stability of Chicken Burgers. *Antioxidants*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/antiox11030496>
- Faradillah, N. (2017). Karakteristik Permen Karamel Susu Rendah Kalori Dengan Proporsi Sukrosa Dan Gula Stevia (Stevia Rebaudiana) Yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1), 39–42. <https://doi.org/10.17728/jatp.206>
- Georgé, S., Brat, P., Alter, P., & Amiot, M. J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1370–1373. <https://doi.org/10.1021/jf048396b>
- Giampieri, F., Alvarez-suarez, J. M., Battino, M., Agrarie, S., Ambientali, A., Politecnica, U., & Ranieri, V. (2014). *Strawberry and Human Health : Effects beyond Antioxidant Activity*.
- Hakim, V. P., & Ayustaningwarno, F. (2013). Analisis Aktivitas Antioksidan, Kandungan Zat Gizi Makro dan Mikro Snack Bar Beras Warna Sebagai Makanan Selingan Penderita Nefropati Diabetik. *Journal of Nutrition College*, 2(4), 431–438.
- Ilona, A. D., & Ismawati, R. (2015). Pengaruh penambahan ekstrak daun kelor (Moringa oleifera) dan waktu inkubasi terhadap sifat organoleptik yoghurt. *Jurnal Tata Boga*, 4(3), 151–159.
- Ilyas, M., Arshad, M. U., Saeed, F., & Iqbal, M. (2015). Antioxidant potential and nutritional comparison of moringa leaf and seed powders and their tea infusions. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(1), 226–233.
- Iryani, Y. D., Astuti, I. Y., & Diniatik, D. (2021). Optimasi Formula Sediaan Losion Tabir Surya dari Ekstrak Etanol Terpurifikasi Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L) Dengan Metode Simplex Lattice Design. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 8(2), 145. <https://doi.org/10.25077/jsfk.8.2.145-156.2021>
- Kim, M. Y., Lee, B. W., Lee, H. U., Lee, Y. Y., Kim, M. H., Lee, J. Y., Lee, B. K., Woo, K. S., & Kim, H. J. (2019). Phenolic compounds and antioxidant activity in sweet potato after heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(15), 6833–6840. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9968>
- Kurniasari, F. N., Rahmi, Y., Devina, C. I. P., Aisy, N. R., & Cempaka, A. R. (2021). Perbedaan Kadar Antosianin Ubi Ungu Segar Dan Tepung Ubi Ungu Varietas Lokal Dan Antin 3 Pada Beberapa Alat Pengeringan. *Journal of Nutrition College*, 10(4), 313–320. <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i4.32071>
- Kurniawan, L. k., Dwi, I., & Siswanti. (2020). Karakteristik Kimia, Fisik dan Tingkat Kesukaan Panelis pada Snack Bar Tepung Edamame (Glycine max (L.) Merr.) dan Tepung Kacang Hijau (Vigna radiata) dengan Penambahan Flakes Talas (Colocasia esculenta). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, XIII(1), 20–28.
- Mardiansah, D., Nadiroh, A., Rohmawati, Y., & Syahri, L. A. (2020). Pengaruh Lama Waktu Pemasakan Dan Konsentrasi Ragi Terhadap Karakteristik Organoleptik Dan Kadar Alkohol Tape Ubi Ungu. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 8(2), 104–110. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2020.008.02.6>
- Midayanto, D. N., & Yuwono, S. S. (2014). SEBAGAI SYARAT TAMBAHAN DALAM STANDAR NASIONAL INDONESIA Determination of Quality Attribute of Tofu Texture to be Recommended

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

as an Additional Requirement in Indonesian National Standard. *Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 259–267.

- Nintami, A. L., & Rustanti, N. (2012). KADAR SERAT, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, AMILOSA DAN UJI KESUKAAN MI BASAH DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas* var *Ayamurasaki*) BAGI PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE-2. *Journal of Nutrition College*, 1(1), 388–397. <https://doi.org/10.14710/jnc.v1i1.679>
- Prasetyo, H. A., & Winardi, R. R. (2020). Pengaruh Komposisi Kimia dan Aktivitas Antioksidan Pada Pembuatan Tepung dan Cake Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Agric Ekstensi*, 14(1), 25–32.
- Puspawati, R. H., & Briawan, D. (2015). Persepsi Tentang Pangan Sehat, Alasan Pemilihan Pangan Dan Kebiasaan Makan Sehat Pada Mahasiswa. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 9(3), 211–218.
- Rachim, F. R., Wisaniyasa, N. W., & Wiadnyani, A. A. I. S. (2020). STUDI DAYA CERNA ZAT GIZI DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN TEPUNG KECAMBAH KACANG HIJAU (*Phaseolus radiatus* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i01.p01>
- Rani, N. Z. A., Husain, K., & Kumolosasi, E. (2018). Moringa genus: A review of phytochemistry and pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 9(FEB), 1–26. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00108>
- Riskesdas. (2018). Laporan Riskesdas 2018 Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. In *Laporan Nasional Riskesdas 2018* (Vol. 53, Issue 9, pp. 154–165). [http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK No. 57 Tahun 2013 tentang PTRM.pdf](http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK_No_57_Tahun_2013_tentang_PTRM.pdf)
- Salawu, S. O., Udi, E., Akindahunsi, A. A., Boligon, A. A., & Athayde, M. L. (2015). Antioxidant potential, phenolic profile and nutrient composition of flesh and peels from Nigerian white and purple skinned sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Pelagia Research Library Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(5), 14–23. www.pelagiaresearchlibrary.com
- Shi, Z., Yao, Y., Zhu, Y., & Ren, G. (2016). Nutritional composition and antioxidant activity of twenty mung bean cultivars in China. *Crop Journal*, 4(5), 398–406. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.011>
- Soeparyo, M. K., Rawung, D., & Jan R. Assa. (2018). Pengaruh Perbandingan Tepung Sagu (*Metroxylon* sp.) dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Food Bar. *Jurnal Teknologi Pertanian Volume 9, Nomor 2, Desember 2018*, 9(2), 44–55.
- Suarni, & Yasin, M. (2016). Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Pangan Dan Pertanian*, 5(6), 1–16.
- Sutharut, J., & Sudarat, J. (2012). Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. *International Food Research Journal*, 19(1), 215–221.
- Tang, D., Dong, Y., Ren, H., Li, L., & He, C. (2014). A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common food mung bean and its sprouts (*Vigna radiata*). *Chemistry Central Journal*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-4>
- Tang, Y., Cai, W., & Xu, B. (2015). Profiles of phenolics, carotenoids and antioxidative capacities of thermal processed white, yellow, orange and purple sweet potatoes grown in Guilin, China. *Food Science and Human Wellness*, 4(3), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.07.003>
- Tarwendah, I. P. (2017). Studi Komparasi Atribut Sensori dan Kesadaran Merek Produk Pangan.

SEMINAR NASIONAL PERTANIAN 2023
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS VETERAN BANGUN NUSANTARA
“Pengembangan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal yang Berkelanjutan”

Jurnal Pangan Dan Agroindustri, 5(2), 66–73.

- Tshabalala, T., Ndhlala, A. R., Ncube, B., Abdelgadir, H. A., & Van Staden, J. (2020). Potential substitution of the root with the leaf in the use of *Moringa oleifera* for antimicrobial, antidiabetic and antioxidant properties. *South African Journal of Botany*, 129, 106–112. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.01.029>
- Wang, A., Li, R., Ren, L., Gao, X., Zhang, Y., Ma, Z., Ma, D., & Luo, Y. (2018). A comparative metabolomics study of flavonoids in sweet potato with different flesh colors (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Food Chemistry*, 260(March), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.125>
- Warner, R., Wu, B., Macpherson, S., & Lefsrud, M. (2021). *A Review of Strawberry Photobiology and Fruit Flavonoids in Controlled Environments*. 12(February). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.611893>
- Widhaswari, V. A., & Putri, W. D. R. (2014). *TEPUNG UBI JALAR UNGU The Effect of Chemical Modifications with STTP on Characteristics of Purple Sweet Potato Fluor*. 2(3), 121–128.