p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410
AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Optimasi formula serbuk kopi hijau dengan *mixture design*

Andi Eko Wiyono, Yuli Wibowo, Vinka Oktavia Pramesti*

Teknologi Industri Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Article history
Diterima:
3 April 2024
Diperbaiki:
16 Mei 2024
Disetujui:
10 Februari 2025

Keyword
Green coffee;
Foam mat drying;
Optimization;
Simplex lattice design

ABSTRACT

Green coffee is coffee that does not go through a roasting process and has the main bioactive component as an antioxidant. Green coffee's liquid extract is generally used as a raw material or additional ingredient in food and non-food products. However, extracts in liquid form are easily damaged. Another effort that can be made to protect the antioxidant content of green coffee extract is to process it into green coffee powder using a foam mat drying technique. This research aims to obtain the optimum formula and determine the physical, chemical, and organoleptic characteristics of green coffee powder with variations of maltodextrin and tween 80 using the simplex lattice design method. The research design uses laboratory experimental methods with quantitative data analysis. Optimization parameters include water content tests, total dissolved solids, pH, dissolution rate, yield, and color. Supporting parameters include antioxidant activity tests, organoleptic, and ^{0}hue value. The research results showed that the optimum formula for green coffee powder at a maltodextrin concentration of 0.97^{0} and tween 80 0.03% had a percentage resistance value to DPPH between 44.25-75.68% with an IC_{50} value of 65.15 ppm in the strong category; organoleptic parameters bright color, strong aroma, and neutral taste; The ^{0}Hue value obtained is 90, including the color yellow (Y).

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi
Email : vinka427@gmail.com
DOI 10.21107/agrointek.v20i1.25355

PENDAHULUAN

Latar belakang penelitian atau Kopi hijau (*green coffee*) merupakan biji dari kopi yang telah dikupas namun tidak melalui proses penyangraian. Kopi hijau memiliki komponen bioaktif utama yaitu polifenol yang memiliki sifat antioksidan. Menurut Utami et al. (2019) senyawa polifenol pada kopi hijau terdiri atas kafein, fenol, dan asam klorogenat. Kandungan fenol dan aktivitas antioksidan pada kopi hijau termasuk dalam kategori yang tinggi sehingga kopi hijau banyak dibutuhkan oleh masyarakat untuk dikonsumsi sebagai produk kesehatan.

Kopi hijau pada umumnya dimanfaatkan ekstrak cairnya untuk dijadikan sebagai bahan baku atau bahan tambahan pada produk pangan maupun non pangan. Pemanfaatan kopi hijau pada produk pangan banyak dijumpai pada produk minuman kesehatan sedangkan pada produk non pangan banyak dijumpai pada produk kecantikan. Penelitian terkait pemanfaatan kopi hijau pada produk pangan diantaranya tentang suplemen diet (Natania and Musyabiq 2017) dan minuman fungsional (Agustini et al. 2022) sedangkan pada produk non pangan seperti serum kecantikan (Mardhiani et al. 2018) dan krim lulur (Aziza and Dewi 2023). Namun, ekstrak yang berbentuk cair mudah mengalami kerusakan. Salah satu upaya lain yang dapat dilakukan untuk melindungi kandungan antioksidan pada ekstrak kopi hijau adalah dengan mengolah menjadi serbuk kopi hijau. Proses pengolahan serbuk kopi hijau dapat dilakukan dengan teknik enkapsulasi.

Teknik enkapsulasi adalah teknik yang dilakukan untuk melindungi zat yang bersifat sensitif terhadap lingkungan dan dapat dilakukan untuk melindungi sifat organoleptik dari substansi (Agustin and Wibowo 2021). Teknik enkapsulasi yang sering digunakan dalam pengolahan serbuk salah satunya teknik pengeringan busa (*foam mat drying*). Proses pengolahan serbuk menggunakan metode pengeringan busa perlu penambahan bahan pengisi dan bahan pembusa. Pada penelitian ini jenis *filler* (bahan pengisi) dan *foaming agent* (pembusa) yang digunakan adalah maltodekstrin dan tween 80. Proses pembuatan serbuk dengan konsentrasi yang tidak proporsional akan berpengaruh pada bahan inti. Oleh karena itu, penggunaan maltodekstrin dan tween 80 pada pembuatan serbuk kopi hijau perlu dilakukan optimasi untuk menghasilkan formula optimum yang dapat diterima dan memiliki karakteristik baik.

Pendapatan formula optimum dalam upaya pemenuhan persyaratan serbuk kopi hijau, diperlukan model optimasi bahan pengisi dan pembusa yang digunakan. Optimasi dapat dilakukan dengan metode *mixture design* yaitu *simplex lattice design*. Penelitian terdahulu telah melakukan optimasi menggunakan *response surface methodology* untuk mendapatkan kandungan fenol yang tinggi (Pranowo et al. 2021), namun belum sampai pada karakteristik fisik dan organoleptik. Metode *simplex lattice design* diaplikasikan untuk menetapkan suatu formula optimum dari pencampuran bahan dengan komposisi campuran dari bahan memiliki jumlah yang konstan (Ramadhani et al. 2017). Sesuai dengan uraian di atas, penelitian ini memiliki tujuan untuk memperoleh formula optimum serta mengetahui karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik pada serbuk kopi hijau dengan variasi maltodekstrin dan tween 80 menggunakan metode *simplex lattice design.*

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *grinder*, neraca analitik, kain saring, spatula, sendok, baskom, loyang, *beaker glass,* erlenmeyer, gelas ukur, pipet ukur, cawan petri, corong kaca, desikator, *microwave* SHARP R-220MA, *food dehydrator*, *mixer* Maspion MT1105, blender, pH meter, *stopwatch*, *hand refraktometer*, *magnetic stirrer,* spektrofotometer UV-Vis, *general colorimeter*-AMT 507, *software Microsoft Excel* 2010, *Design Expert* versi 13, dan SPSS versi 16.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain biji hijau kopi robusta, aquades, maltodekstrin, tween 80, larutan *buffer* pH 4 dan pH 7*,* larutan DPPH, dan etanol 96%.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, pertama pembuatan ekstrak kopi hijau dan dilanjutkan dengan pembuatan serbuk kopi hijau.

Ekstraksi Kopi Hijau

Proses ekstraksi dimulai dengan sortasi biji kopi. Biji kopi yang telah tersortir kemudian dihaluskan dengan mesin *grinder*. Kopi hijau halus ditimbang sebanyak 10 gram dan

dicampurkan dengan aquades dengan perbandungan (1:25). Proses ekstraksi dilakukan dengan *microwave oven* selama 8 menit menggunakan daya 450 watt. Kemudian dilanjutkan penyaringan dengan kain saring hingga diperoleh ekstrak cair (Wahyuni et al. 2021).

Pembuatan Serbuk Kopi Hijau

Pembuatan serbuk kopi hijau mengacu pada (Purbasari 2019). Ekstrak cair kopi hijau akan diberikan bahan tambahan berupa maltodekstrin dan tween 80 dengan acuan optimasi formula. Pencampuran pertama dilakukan antara ekstrak kopi hijau dengan tween 80 dan dihomogenisasi dengan mixer selama 3 menit. Berikutnya ditambahkan maltodekstrin dan dihomogenisasi selama 5 menit. Busa yang dihasilkan diletakkan di atas loyang dengan ketebalan 1-3 mm dan dikeringkan dalam *food dehydrator* suhu 70ºC selama 7 jam. Serbuk kopi hijau kering dikecilkan ukurannya menggunakan blender.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penentuan formula optimum serbuk kopi hijau dilakukan dengan metode *mixture design* yaitu *simplex lattice design* menggunakan bantuan aplikasi *Design Expert* versi 13 dengan dua variasi faktor yaitu maltodekstrin dan tween 80. Adapun batas atas dan batas bawah yang akan digunakan pada Tabel 1

Tabel 1 Batas atas dan batas bawah bahan

Bahan	Konsentrasi (%)	
	Batas bawah	Batas atas
Maltodekstrin	8	15
Tween 80	0,1	0,5

Komposisi variasi formula pembuatan serbuk kopi hijau yang didapatkan pada aplikasi *Design Expert* versi 13 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Variasi proporsi formula maltodekstrin dan *tween* 80

Bahan	Konsentrasi (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Maltodekstrin	0	0,25	0,5	0,75	1
Tween 80	1	0,75	0,5	0,25	0

Perhitungan pada konsentrasi bahan yang dioptimasikan merujuk pada perhitungan (Fadhilah et al. 2020) dengan mensubstitusikan pada setiap perlakuan seperti pada Tabel 3. Komposisi seluruh bahan pembuatan serbuk kopi hijau dapat dilihat pada Tabel 3 dan rumus perhitungan yang digunakan dinyatakan pada Persamaan 1.

$$\%\ Konsentrasi = f \times (BA - BB) + BB \quad (1)$$

Keterangan:
f = Komposisi bahan pada formula
BA = Batas atas
BB = Batas bawah

Tabel 3 Komposisi bahan pembuatan serbuk kopi hijau

Bahan	Formulasi				
	F1	F2	F3	F4	F5
Ekstrak kopi hijau (mL)	160	160	160	160	160
Maltodekstrin (g)	**16**	**19,5**	**23**	**26,5**	**30**
***Tween* 80 (mL)**	**1**	**0,8**	**0,6**	**0,4**	**0,2**
Aquades (mL)	23	19,7	16,4	13,1	9,8

Prosedur Analisis

Parameter pengamatan optimasi meliputi pengujian kadar air (AOAC 2012), total padatan terlarut (Mursalin et al. 2019), pH (SNI 2019), kecepatan larut (SNI 2014), rendemen (Budi et al. 2023), warna (Caliskan dan Dirim 2016). Analisis formula optimum meliputi uji aktivitas antioksidan (Hermansah et al. 2015), organoleptik (Indriaty and Assah 2015), dan nilai ºhue (Ristiarini et al. 2018).

Analisis Data

Analisis data diperoleh dari hasil pengaplikasian metode *Simplex Lattice Design* dengan aplikasi *Design Expert* versi 13. Hasil analisis data disajikan menggunakan grafik, tabel, dan dalam bentuk deskriptif. Formula optimum yang diperoleh akan diverifikasi berdasarkan uji analisis statistik. Verifikasi data dilakukan dengan uji t satu sampel *(one sample t test)* dengan taraf signifikansi p>0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air adalah parameter uji yang digunakan untuk mengetahui jumlah air yang ada pada bahan. Hasil analisis ragam (ANOVA), model yang direkomendasikan signifikan pada *p-value*<0,05 yaitu 0,0087. Nilai tersebut

menyatakan seluruh formulasi berpengaruh nyata atau signifikan terhadap respon kadar air sehingga parameter ini dapat digunakan untuk menentukan formula optimum. Hasil pengujian kadar air pada serbuk kopi hijau diperoleh nilai antara 3,41-4,22%. Dalam persyaratan SNI 01-4320-1996 tentang minuman instan menyatakan bahwa syarat kadar air pada minuman instan harus kurang dari sama dengan 5%. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar air serbuk kopi hijau berada pada rentang nilai yang disyaratkan oleh SNI. Persamaan matematik yang didapatkan pada respon kadar air dinyatakan pada Persamaan 2.

$$Y = 4{,}255A + 3{,}489B \quad (2)$$

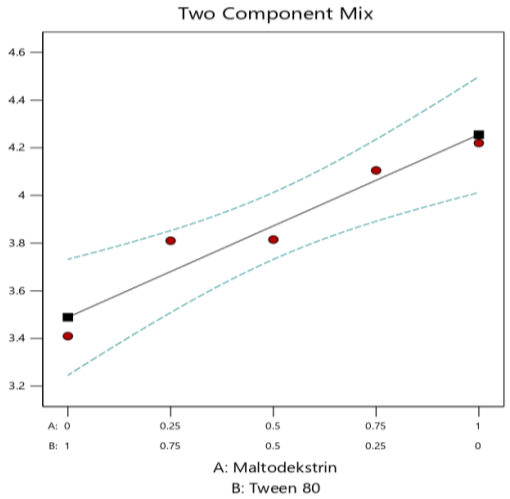
Persamaan 2 merupakan persamaan matematik untuk menentukan respon terhadap kadar air yang diperoleh, A adalah konsentrasi maltodekstrin, B adalah konsentrasi tween 80, dan semua nilai koefisien bernilai positif. Pada persamaan tersebut, nilai koefisien maltodekstrin yang lebih besar memiliki pengaruh utama terhadap kadar air serbuk kopi hijau. Penggunaan maltodekstrin dengan konsentrasi yang tinggi akan meningkatkan kandungan air pada serbuk kopi hijau karena maltodekstrin mempunyai sifat higroskopis (kemampuan menyerap air) (Yuliawaty and Susanto 2015). Proporsi maltodekstrin yang tinggi akan meningkatkan readsorpsi uap air dan kesanggupannya dalam mengikat air dan udara akan terjadi lebih cepat karena maltodekstrin memiliki lapisan dalam struktur pentusunnya. Selain itu, tween 80 juga berpengaruh terhadap kadar air. Tween 80 adalah surfaktan non ionik dengan sifat hidrofilik dan hidrofobik dalam satu molekul. Penelitian Suryanto (2018), menyatakan bahwa konsentrasi tween 80 mempengaruhi kadar air pada serbuk sari buah jambu biji merah, hal ini karena penggunaan tween 80 yang semakin besar dapat menurunkan kandungan air pada serbuk sari buah jambu biji merah. *Contour plot* kadar air dapat dilihat pada Gambar 1.

Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut (TPT) adalah nilai yang digunakan untuk menginterpretasikan jumlah gula yang terdapat dalam bahan, seperti glukosa, sukrosa, fruktosa, dan protein yang dinyatakan dengan satuan ºBrix. Dari hasil ANOVA, model yang direkomendasikan signifikan pada *p-value*<0,05 yaitu 0,0496. Hasil uji total padatan terlarut pada serbuk kopi hijau berkisar pada 9,05-10,3ºBrix. Persamaan matematik yang diperoleh pada respon total padatan terlarut dinnyatakan oleh Persamaan 3.

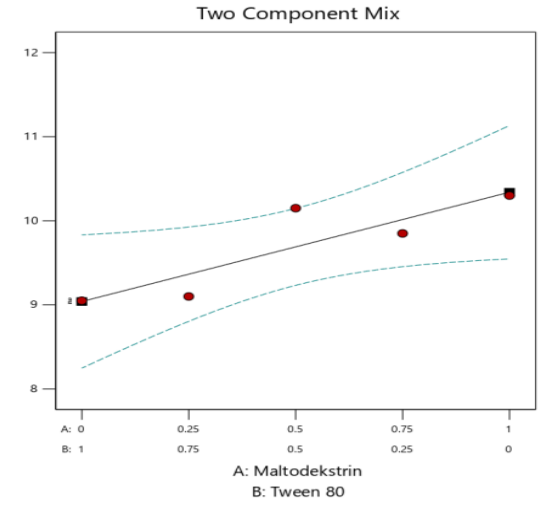
$$Y = 10{,}34A + 9{,}04B \quad (3)$$

Persamaan 3 tersebut merupakan hasil respon total padatan terlarut dengan A adalah konsentrasi maltodekstrin dan B adalah konsentrasi tween 80 dengan koefisien bernilai positif. Proporsi maltodekstrin akan meningkatkan total padatan terlarut pada serbuk kopi hijau karena memiliki nilai koefisien yang lebih tinggi dibandingkan tween 80. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin maka total padatan terlarut pada serbuk kopi hijau juga akan semakin tinggi.

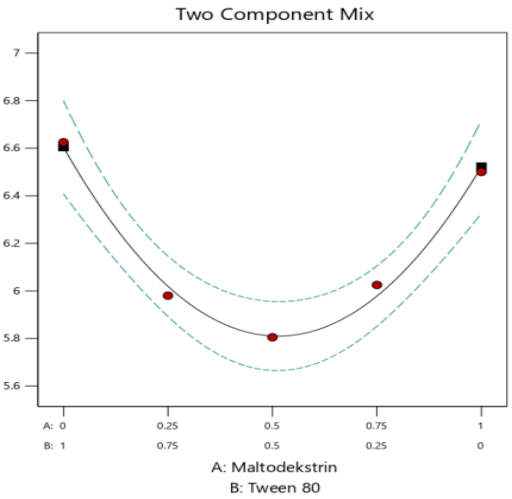


Gambar 1 *Contour plot* kadar air serbuk kopi hijau

Maltodekstrin dan tween 80 memicu kenaikan nilai total padatan terlarut pada bahan. Peningkatan tersebut dapat terjadi karena maltodekstrin dapat mengikat air sehingga konsentrasi bahan yang larut juga akan bertambah. Maltodekstrin termasuk bahan pengisi yang mempunyai tingkat kelarutan yang tinggi karena tersusun dari campuran oligosakarida dan monosakarida (Ratna et al. 2021). Maltodekstrin terdiri dari gugus hidroksil bebas yang dapat mengikat air dan meningkatkan jumlah total padatan terlarut. Apabila gugus hidroksil bebas yang terdapat pada bahan pengisi semakin banyak maka kelarutannya juga semakin tinggi kelarutannya dan semakin mudah proses penyajiannya sehingga akan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan (Yuliawaty dan Susanto 2015). *Contour plot* total padatan terlarut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 *Contour plot* total padatan terlarut serbuk kopi hijau



Gambar 2 *Contour plot* pH serbuk kopi hijau

pH

Pengujian pH bertujuan untuk mengetahui derajat keasaman serbuk kopi hijau agar aman ketika digunakan sebagai bahan utama atau bahan tambahan produk pangan maupun non pangan. Hasil uji ANOVA, model yang direkomendasikan signifikan pada *p-value*<0,05 yaitu 0,0093. Hasil pengujian pH pada serbuk kopi hijau diperoleh nilai antara 5,805-6,625. Persamaan matematik yang didapatkan pada respon pH dinyatakan oleh Persamaan 4.

$$Y = 6{,}52243\mathrm{A} + 6{,}60443\mathrm{B} - 3{,}01143\mathrm{AB} \quad (4)$$

Persamaan 4 merupakan persamaan matematik untuk mengetahui respon pH yang diperoleh, A adalah konsentrasi maltodekstrin, B adalah konsentrasi tween 80, dan AB konsentrasi maltodekstrin dan tween 80. Nilai positif tersebut menunjukkan efek yang sinergis, jika konsentrasi ditingkatkan maka akan menghasilkan respon yang meningkat. Respon pH akan meningkat sesuai dengan meningkatnya konsentrasi tween 80 karena tween 80 memiliki nilai koefisien yang lebih besar daripada nilai koefisien maltodekstrin. Nilai koefisien maltodekstrin dan tween 80 (AB) memiliki nilai negatif menunjukkan bahwa interaksi antar keduanya berpengaruh terhadap penurunan nilai pH. Dengan kata lain, dengan meningkatnya peggunaan maltodekstrin dan tween 80, respon pH menurun. Hal tersebut dapat terjadi karena maltodekstrin memiliki nilai pH rendah sehingga banyaknya proporsi maltodekstrin yang ditambahkan akan menurunkan nilai pH dari serbuk. *Contour plot* pH disajikan pada Gambar 3.

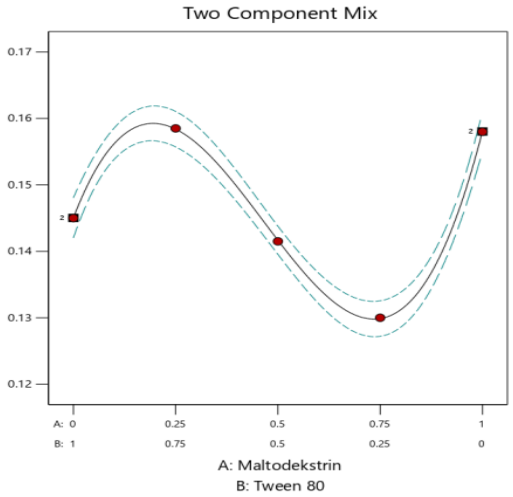
Kecepatan Larut

Pengujian kecepatan larut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan waktu suatu serbuk kopi hijau dapat larut dalam air. Perhitungan kecepatan larut dilakukan ketika serbuk kopi hijau dimasukkan ke dalam air hingga keseluruhannya larut yang dihitung dengan *stopwatch*. Hasil ANOVA menunjukkan model yang direkomendasikan signifikan pada *p-value*<0,05 yaitu 0,0127. Hasil pengujian kecepatan larut pada serbuk kopi hijau diperoleh nilai antara 0,13-0,1585 g/detik. Syarat yang ditetapkan oleh SNI 2983-2014 tentang kopi instan bahwasannya kelarutan serbuk dalam air panas/dingin harus kurang dari 30 detik/2,5 gram atau minimal dengan kecepatan 0,083 g/detik, artinya nilai kecepatan larut serbuk kopi hijau telah memenuhi syarat tersebut. Persamaan 5 adalah persamaan matematik yang didapatkan pada respon kadar air.

$$Y = 0{,}158029\mathrm{A} + 0{,}145029\mathrm{B} - 0{,}039429\mathrm{AB} - 0{,}186667\mathrm{AB(A-B)} \quad (5)$$

Persamaan 5 di atas merupakan persamaan matematik untuk mengetahui respon kecepatan larut yang diperoleh, A adalah maltodekstrin, B adalah tween 80, dan AB adalah maltodekstrin dan tween 80. Nilai positif pada koefisien respon A dan B menunjukkan bahwa respon kecepatan larut akan meningkat sesuai dengan meningkatkan maltodekstrin dan tween 80 sedangkan nilai negatif pada koefisien AB menunjukkan bahwa interaksi antara maltodekstrin dan tween 80 menurunkan

kecepatan larut serbuk kopi hijau. *Contour plot* kecepatan larut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 *Contour plot* kecepatan larut serbuk kopi hijau

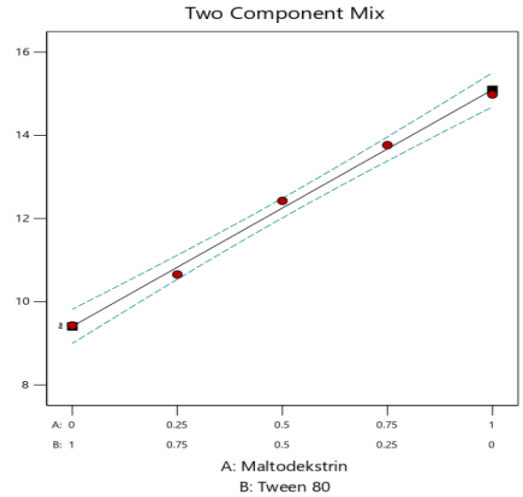
Hasil respon *contour plot* kecepatan larut menunjukkan bahwa kecepatan larut dipengaruhi oleh interaksi antar komponen, bukan hanya disebabkan oleh masing-masing komponen yang dioptimasi. Interaksi yang terjadi dapat menurunkan kecepatan larut serbuk. Hal ini dapat terjadi karena maltodekstrin adalah bahan pengisi yang bersifat mudah larut dalam air sehingga berpengaruh terhadap kelarutannya. Pendapat tersebut diperkuat oleh Yuliawaty dan Susanto (2015), bahwa maltodekstrin memiliki kemampuan mengikat air sehingga akan meningkatkan kelarutan bahan karena tersusun dari gugus hidroksil bebas. Selain itu, Ratna et al. (2021), menyatakan bahwa tingkat kelarutan dan kecepatan larut dari sebuah produk dapat dipengaruhi oleh penambahan maltodekstrin dan tween 80 karena kemampuan bahan mengikat air akan meningkat. Nilai kecepatan larut yang rendah merupakan hasil yang terbaik karena kecepatan larut yang semakin cepat menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan serbuk untuk larut akan semakin singkat, artinya serbuk tersebut semakin baik. Kecepatan larut berhubungan dengan rongga antar partikel (porositas) suatu granula, proses pelarutan serbuk akan semakin cepat karena porositasnya yang semakin tinggi (rongga partikel semakin besar) (Octavia et al. 2021).

Rendemen

Rendemen merupakan hasil dari serbuk kopi hijau yang telah dikeringkan dengan *food dehydrator*. Rendemen berkaitan dengan kuantitas produk, nilai rendemen yang semakin tinggi menunjukkan bahwa serbuk yang dihasilkan semakin banyak. Pada hasil uji ANOVA, model yang direkomendasikan signifikan pada *p-value*<0,05 yaitu 0,0001. Nilai rendemen serbuk kopi hijau berkisar antara 9,43%-14,98%. Persamaan matematik untuk respon rendemen dinyatakan oleh Persamaan 6.

$$Y = 15{,}093\mathrm{A} + 9{,}409\mathrm{B} \quad (6)$$

Persamaan 6 tersebut merupakan hasil respon rendemen, A merupakan konsentrasi maltodekstrin dan B konsentrasi tween 80 dengan koefisien bernilai positif. Nilai positif pada koefisien respon menunjukkan bahwa respon rendemen akan meningkat sesuai dengan meningkatnya maltodekstrin dan tween 80. Maltodekstrin memiliki nilai koefisien positif yang tinggi, artinya maltodekstrin memiliki pengaruh dominan pada rendemen produk yang dihasilkan. Maltodekstrin memiliki fungsi salah satunya menambahkan massa. Banyaknya maltodekstrin yang ditambahkan akan meningkatkan hasil rendemen pada produk. Volume dan total padatan akan meningkat seiring dengan penggunaan jumlah maltodekstrin sehingga rendemen yang dihasilkan juga akan semakin besar (Yuliawaty dan Susanto 2015). Selain itu, peningkatan nilai rendemen juga disebabkan oleh tween 80 yang berikatan dengan maltodekstrin sehingga komponen yang ada dalam bahan seperti total padatan bahan juga meningkat sehingga jumlah rendemen serbuk akan meningkat (Prisceilla Isabella et al. 2022). *Contour plot* rendemen disajikan pada Gambar 5.



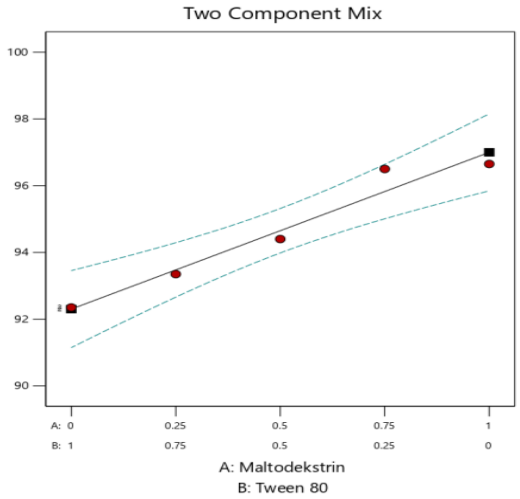
Gambar 5 *Contour plot* rendemen serbuk kopi hijau

Warna

Warna adalah salah satu faktor penentu penerimaan produk karena warna termasuk sifat sensori yang pertama kali dilihat konsumen sebelum mengonsumsi suatu produk. Pengujian warna serbuk kopi hijau dilakukan dengan bantuan alat *color reader*. Hasil pengujian yang diamati adalah warna L (*Lightness*). Pengukuran warna L* digunakan untuk mengetahui apakah suatu produk berwarna cerah atau gelap. Hasil ANOVA menunjukkan model yang direkomendasikan signifikan pada *p-value*<0,05 yaitu 0,0042. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keseluruhan formulasi yang digunakan berpengaruh terhadap warna sehingga parameter ini dapat digunakan untuk menentukan formula optimum. Hasil pengujian warna L* pada serbuk kopi hijau diperoleh nilai antara 92,35-96,65. Persamaan matematik yang didapatkan pada respon warna dinyatakan oleh Persamaan 7.

$$Y = 97A + 92{,}3B \quad (7)$$

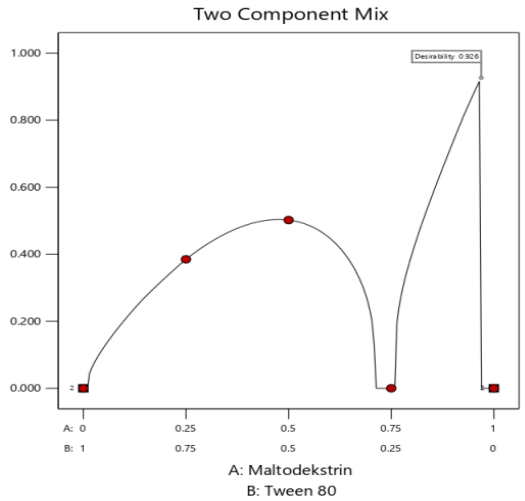
Persamaan 7 di atas merupakan persamaan matematik respon warna L* yang didapatkan, A adalah maltodekstrin dan B adalah tween 80 dengan keseluruhan nilai koefisien bernilai positif. Nilai positif pada koefisien respon menunjukkan bahwa respon warna akan meningkat sesuai dengan meningkatkan maltodekstrin dan tween 80. Maltodekstrin merupakan bahan berwarna putih dengan nilai warna L* 90, jika maltodekstrin dicampur dengan filtrat kopi yang memiliki warna kuning kehijauan maka akan menghasilkan warna yang semakin cerah tergantung jumlah maltodeksitin yang ditambahkan sehingga kecerahan produk semakin meningkat. Penelitian yang dilakukan oleh Kaljannah et al. (2019) mengungkapkan bahwa tingkat kecerahan minuman serbuk buah mengkudu meningkat dengan penambahan matodekstrin dalam jumlah besar. Busa yang dihasilkan pada saat penambahan tween 80 disebabkan karena tween 80 mempunyai sifat hidrofilik dan hidrofobik dalam satu molekulnya. Busa tersebut kemudian memberikan lapisan pelindung yang akan memperkuat bahan di dalam sistem busa sehingga warna yang dihasilkan lebih terjaga dan tidak pudar atau rusak selama produk dikeringkan (Prisceilla Isabella et al. 2022). *Contour plot* warna L* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 *Contour plot* warna L* serbuk kopi hijau

Formula Optimum Serbuk Kopi Hijau

Formula optimum pada serbuk kopi hijau ditentukan berdasarkan respon kadar air, total padatan terlarut (TPT), pH, rendemen, kecepatan larut, dan warna L*. Formula optimum dipilih dengan pendekatan nilai *desirability* yang menunjukkan tingkat kedekatan respon terhadap target, nilai yang dipilih adalah nilai dengan *desirability* tertinggi hampir 1 (satu). Konsep pemilihannya sejalan dengan pendapat Ramadhani et al. (2017), bahwa formula dengan nilai *desirability* terbsesar (mendekati 1) disebut sebagai formula optimum. Hasil *desirability* formula optimum dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 *Desirability* formula optimum serbuk kopi hijau

Hasil *desirability* menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan pada perbandingan (maltodekstrin : tween 80) formula 1 (1:0) adalah 0,000, formula 2 (0,75:0,75) adalah 0,000, formula 3 (0,5:0,5) adalah 0,502, formula 4

(0,25:0,75) adalah 0,385, dan formula 5 (0:1) adalah 0,000. Hasil yang diperoleh berdasarkan formula 1 hingga formula 5 tidak ada yang mendekati 1 sehingga *software* memberikan *output desirability* 0,926 dengan membuat formula baru yaitu dengan konsentrasi maltodekstrin 0,97% dan tween 80 0,03%. Metode *simplex lattice design* juga dapat menentukan nilai prediksi yang dihasilkan oleh masing-masing respon. Formula optimum dilakukan pengujian kembali serta dilakukan perbandingan antara nilai prediksi dan hasil uji. Hasil uji formula optimum disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai prediksi dan hasil uji formula optimum

Respon	Nilai Prediksi	Hasil Uji
Kadar air	4,23	4,105
Total padatan terlarut	10,3	10,3
pH	6,43	6,25
Kecepatan larut	0,151	0,153
Rendemen	14,91	15,285
Warna L*	96,85	95,35

Nilai prediksi digunakan sebagai acuan untuk menentukan formula optimum. Nilai prediksi yang dihasilkan tidak sama persis dengan hasil pengujian yang diperoleh, namun rentang nilainya yang tidak terpaut jauh. Rentang tersebut mengindikasikan bahwa formula yang diperoleh telah sesuai dengan prediksi yang diberikan. Kesesuaian tersebut mengindikasikan apabila formula yang dihasilkan memenuhi kriteria pada setiap respon.

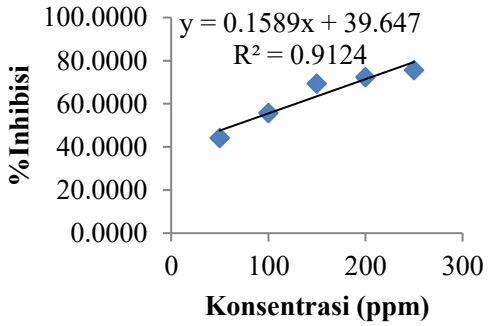
Hasil penentuan formula optimum berdasarkan nilai *desirability* kemudian diverifikasi menggunakan uji parametrik *one sample t-test.* Berdasarkan hasil analisis, nilai *sig.* (*2-tailed*) pada uji parametrik pada respon kadar air, total padatan terlarut (TPT), pH, kecepatan larut, rendemen, dan warna secara berurut sebesar 0,064; 0,080; 0,201; 0,458; 0,058; dan 0,061. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai sig. (*2-tailed*) >0,05, artinya hasil pengujian tidak memiliki perbandingan yang signifikan dibandingkan dengan nilai prediksi. Sesuai dengan pernyataan Gumbara et al. (2015), jika nilai signifikansi melebihi 0,05 pada hasil verifikasi menggunakan uji-t satu sampel, artinya tidak terdapat perbedaan yang nyata antara nilai prediksi dengan hasil uji. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwasanya formula dengan konsentrasi maltodekstrin 0,97% dan tween 80 0,03% dapat dipilih sebagai formula optimum.

Karakteristik Fisik, Kimia, dan Organoleptik Formula Optimum

Aktivitas Antioksidan

Pengujian antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Nilai absorbasi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Radikal DPPH merupakan radikal bebas stabil yang mampu menerima elektron atau hidrogen dan mengubahnya menjadi molekul diamagnetik. DPPH termasuk radikal bebas yang stabil dengan serapan maksimum antara λ 515-517 nm. Parameter pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan DPPH adalah IC_{50}. IC_{50} (*Inhibitory Concentration*) merupakan konsentrasi yang dapat menghambat radikal bebas sebesar 50%.

Pada konsentrasi 50 hingga 250 ppm menghasilkan nilai persentase hambatan terhadap DPPH antara 44,25-75,68%. Kemampuan senyawa antioksidan dalam sampel dalam menangkap radikal bebas pada konsentrasi larutan yang diuji dinyatakan dalam persen inhibisi. Nilai absorbansi DPPH yang dihasilkan sampel akan mempengaruhi nilai persen inhibisi (Wati et al. 2022). Nilai persen inhibisi akan semakin meningkat apabila konsentrasi sampelnya juga semakin tinggi dan nilai absorbansinya semakin rendah. Gambar persamaan regresi linier aktivitas antioksidan disajikan pada Gambar 8.



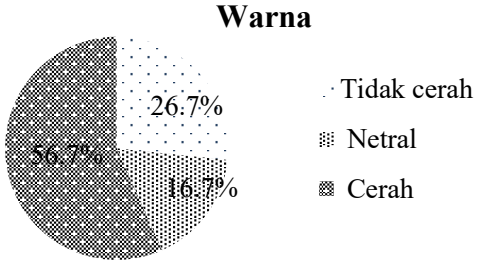
Gambar 8 Persamaan regresi linier aktivitas antioksidan serbuk kopi hijau

Grafik di atas digunakan untuk memperoleh persamaan regresi linier untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi yang dinyatakan dalam ppm dengan persentase hambatan. Persamaan tersebut kemudian digunakan untuk menentukan nilai IC_{50}. Pada penelitian yang telah dilakukan, nilai IC_{50} yang diperoleh dari serbuk

kopi hijau adalah 65,15 ppm, artinya pada konsentrasi 65,15 ppm sampel serbuk kopi hijau dapat menghambat 50% radikal bebas dengan kategori kuat. Hal ini sesuai dengan klasifikasi tingkat aktivitas antioksidan, dimana jika IC_{50} yang dihasilkan <50 µg/mL adalah sangat kuat, 50-100 µg/mL adalah kuat, 101-150 µg/mL adalah sedang, dan >150 µg/mL lemah. Menurut Utami et al. (2019), kopi hijau mengandung senyawa antioksidan yang berperan terhadap kesehatan manusia. Penggunaan maltodekstrin dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Sesuai dengan pendapat Sulastri dan Saloko (2021), bahwa maltodekstrin mempunyai kemampuan membentuk *body* dan daya ikat yang kuat terhadap senyawa yang tersulut sehingga maltodekstrin akan mampu melindungi komponen nutrisi yang akan lepas dan akan melindungi senyawa penting seperti antioksidan.

Organoleptik

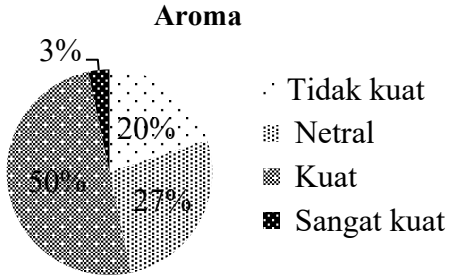
Pengujian organoleptik dilakukan dengan metode deskriptif dan memiliki 3 parameter yaitu warna, aroma, dan rasa. Warna merupakan parameter yang digunakan oleh konsumen untuk melakukan penerimaan terhadap suatu produk. Hasil uji organoleptik warna terdapat pada Gambar 9.



Gambar 9 Persentase uji organoleptik warna

Pada hasil uji warna menunjukkan bahwa 56,7% warna yang dihasilkan cerah, 16,7% netral, dan 26,7% tidak cerah. Berdasarkan persentase tersebut, warna dominan yang dipilih oleh panelis adalah cerah. Saat biji kopi hijau diekstraksi akan menghasilkan warna ekstrak dari hijau kekuningan menjadi hijau kecoklatan. Perubahan yang terjadi diduga disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi yang mengakibatkan proses pencoklatan pada biji kopi yang melibatkan senyawa dengan gugus karbonil dan gugus amino (Sulistyaningtyas et al. 2017). Pada proses pengolahan serbuk, ekstrak biji kopi hijau ditambahkan dengan maltodekstrin akan merubah warna menjadi hijau kekuningan yang cenderung cerah. Hal tersebut terjadi karena jumlah penambahan maltodekstrin akan meningkatkan derajat kecerahan warna pada serbuk yang dihasilkan (Yuliawaty dan Susanto 2015). Maltodekstrin merupakan bahan dengan warna putih sehingga penggunannya menyebabkan warna hijau kecoklatan dari ekstrak biji kopi hijau berwarna cerah.

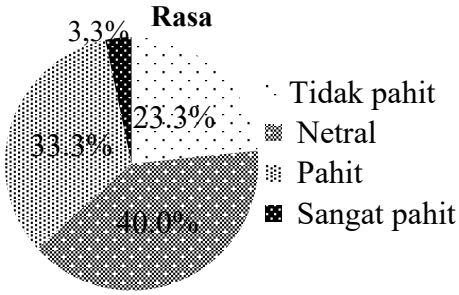
Aroma merupakan parameter pengujian organoleptik untuk mendefinisikan bahan atau produk melalui indera pembau dan dapat mempengaruhi penerimaannya. Hasil uji aroma serbuk kopi hijau disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10 Persentase uji organoleptik aroma

Pada hasil uji aroma, 3% aroma serbuk kopi adalah sangat kuat, 50% kuat, 27% netral, dan 20% tidak kuat. Berdasarkan hasil persentase tersebut, aroma dominan yang dapat disimpulkan pada serbuk kopi hijau adalah kuat. Aroma kuat yang dihasilkan adalah aroma khas biji kopi. Pada serbuk kopi hijau, aroma yang dihasilkan cenderung seperti biji dan tidak mengeluarkan aroma khusus. Hal ini terjadi karena aroma khas harum pada kopi disebabkan oleh proses penyangraian yang menguapkan senyawa volatil. Aroma yang dihasilkan oleh kopi disebabkan oleh senyawa kafeol dan komponen senyawa lain yang berperan sebagai pembentuk aroma kopi (Oktadina et al. 2013). Dalam hal ini, biji kopi hijau tidak melalui proses penyangraian sehingga aroma yang dihasilkan adalah aroma khas biji kopi namun menghasilkan tingkat kekuatan yang kuat dari aroma yang dihasilkan.

Rasa merupakan parameter uji organoleptik yang akan mempengaruhi permintaan pada produk. Hasil uji organoleptik warna pada Gambar 11.



Gambar 31 Persentase uji organoleptik rasa

Pada hasil uji rasa menunjukkan bahwa 3,3% rasa yang dihasilkan sangat pahit, 33,3% pahit, 40% netral, dan 23,3% tidak pahit. Berdasarkan hasil persentase tersebut, rasa dominan yang dapat disimpulkan pada serbuk kopi hijau adalah netral. Pada umumnya, kopi memiliki rasa pahit dan asam. Rasa pahit tersebut disebabkan oleh adanya senyawa kafein pada kopi (Tawali et al., 2018). Menurut Audina et al. (2021), rasa pada seduhan kopi hijau lebih halus bahkan menyerupai teh herbal. Rasa pahit yang tidak terlalu dominan pada serbuk kopi hijau dapat terjadi karena tidak adanya proses penyangraian pada kopi. Hal ini karena proses penyangraian pada kopi dapat meningkatkan rasa pahit pada kopi (Lokaria dan Susanti 2018).

Berdasarkan hasil pengujian organoleptik, dapat dikatakan bahwa serbuk kopi hijau dapat dijadikan pilihan produk untuk digunakan sebagai bahan utama atau bahan tambahan pada produk pangan maupun non pangan. Selain karena sifatnya alami juga memiliki kenampakan dan rasa yang baik. Menurut Hermiza (2015). suatu bahan pangan ataupun non pangan dapat dinilai sangat baik dan dipilih oleh konsumen apabila memiliki kenampakan sedap dipandang, rasanya enak, dan tidak memberikan kesan menyimpang dari bahan dasar seharusnya.

Nilai Hue

Nilai ºHue adalah karakteristik warna yang digambarkan berdasarkan cahaya yang dipantulkan suatu objek yang termasuk dalam nilai keseluruhan dengan dominasi suatu produk atau warna utama produk tersebut. Perhitungan nilai ºHue digunakan sebagai penggolongan warna. Pengukuran warna serbuk kopi hijau formula optimum dilakukan dengan *color reader* dan diperoleh hasil pengukuran nilai L*, a*, dan b* secara berturut yaitu 95,6; 0,1; dan 15. Nilai L* menyatakan kecerahan pada serbuk kopi hijau dan diperoleh nilai 95,6. Nilai tersebut menunjukkan bahwa serbuk kopi hijau memiliki kecenderungan putih atau cerah.

Nilai a* dan b* digunakan untuk perhitungan ºHue (sudut rona atau warna). Berdasarkan hasil perhitungan, nilai ºHue yang dihasilkan adalah 90, nilai tersebut masuk ke dalam rentang 90-126º dengan kategori *yellow* (Y).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin 0,97% dan tween 80 0,03% merupakan formula optimum untuk menghasilkan serbuk kopi hijau dengan nilai *desirability* 0,926. Formula optimum serbuk kopi hijau memiliki nilai persentase hambatan terhadap DPPH antara 44,25-75,68% dengan nilai IC_{50} sebesar 65,15 ppm kategori kuat; organoleptik parameter warna cerah, aroma kuat, dan rasa netral; nilai ºHue diperoleh hasil 90 termasuk dalam warna *yellow* (Y).

DAFTAR PUSTAKA

Agustin, D. A., dan Wibowo, A. A. 2021. Teknologi Enkapsulasi: Teknik Dan Aplikasinya. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, *7*(2), 202–209.

Agustini, D., Jannah, S. R., dan Wijaya, A. 2022. Minuman Fungsional dari Kombinasi Kopi Hijau Robusta (Coffea canephora), Ekstrak Gambir (Uncaria gambir Roxb.) dan Pasak Bumi (Eurycoma longifolia Jack). *Jurnal Ilmiah Betahpa*, *1*(1), 23–32.

Audina, M., Rejo, A., dan Adhiguna, R. T. 2021. Ukuran Partikel Bubuk Dan Suhu Penyeduhan Terhadap Mutu Kopi Hijau Powder Particle Size and Brewing Temperature on the Quality of Green Coffee. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya*, *2*(3), 1–16.

Aziza, N., dan Dewi, S. M. 2023. Kelayakan Ekstrak Biji Kopi Robusta (Coffea Canephora) sebagai Sediaan Krim Lulur. *Masaliq*, *3*(6), 1086–1095.

Badan Standardisasi Nasional. 2014. SNI 2983-2014: Kopi Instan. *Badan Standardisasi Nasional 2983:2014*, 1–35.

Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 6989 11 2019: Cara Uji Derajat Keasaman (pH). *Badan Standardisasi Nasional 06-6989.11-2019*, 1–7.

Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 01-4320-1996: Serbuk Minuman Tradisional. *Badan Standarisasi Nasional 01-4320-1996*, 1–6.

Budi, F. S., Fadhilatunnur, H., dan Novandra, D. A. 2023. Pengaruh Blansir dan Tween 80 pada Pengeringan Busa terhadap Karakteristik Serbuk Seledri. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, *10*(1), 24–32.

Caliskan, G., and Dirim, S. N. 2016. The effect of different drying processes and the amounts of maltodextrin addition on the powder properties of sumac extract powders. *Powder Technology*, *287*, 308–314.

Fadhilah, U., Slamet, dan Pambudi, D. B. 2020. Optimasi Asam Jawa (Tamarindus indica L) dan Asam Sitrat dalam Tablet Effervescent dengan Menggunakan Design Expert. *Farmasains*, 1–10.

Gumbara, Y. T., Murrukmihadi, M., dan Mulyani, S. 2015. Optimasi Formula Sediaan Lipstik Ekstrak Etanolik Umbi Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas L.) Dengan Kombinasi Basis Carnauba Wax Dan Paraffin Wax Menggunakan Metode Sld (Simplex Lattice Design) Optimally Formulation Lipstick Ethanolic Extract Purple Fleshed. *Tahun*, *11*(3), 336.

Hermansah, A., Harlia, dan Zahara, T. A. 2015. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Laban (Vitex Pubescens Vahl). *Jkk*, *4*(2), 67–71.

Hermiza, M. 2015. Pengaruh perbandingan tepung beras dan tepung tapioka terhadap penerimaan konsumen pada cendol. *Jurnal Teknologi Pertanian*, *4*(1), 18-28.

Indriaty, F., dan Assah, Y. F. 2015. Pengaruh Penambahan Gula Dan Sari Buah Terhadap Kualitas Minuman Serbuk Daging Buah Pala. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, *7*(1), 49.

Kaljannah, Indriyani, dan Ulyarti. 2019. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Sifat fisik, Kimia, dan Organoleptik Minuman Serbuk Buah Mengkudu (Morinda citrifolia L). *Seminar Nasional Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sumber Daya Lokal*, *7*(1), 297–308.

Lokaria, E., dan Susanti, I. 2018. Uji Organoleptik Kopi Biji Salak dengan Varian Waktu Penyangraian. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, *1*(1), 34–42.

Mardhiani, Y. D., Yulianti, H., Azhary, D., dan Rusdiana, T. 2018. Formulasi dan Stabiltas Sediaan Serum dari Ekstrak Kopi Hijau (Coffe Canephora). *Indones Nat Res Pharm J*, *2*(2), 19–33.

Mursalin, Nizori, A., dan Rahmayani, I. 2019. Sifat Fisiko-Kimia Kopi Seduh Instan Liberika Tungkal Jambi yang Diproduksi dengan Metode Kokristalisasi. *Jurnal Ilmu Terapan Universitas Jambi*, *3*(1), 71–77.

Natania, O., dan Musyabiq, S. 2017. Efektivitas Asam Klorogenik dalam Ekstrak Kopi Hijau untuk Penurunan Berat Badan Pasien Obesitas. *Jurnal Majority*, *7*(1), 94–99.

Octavia, D. R., Nurafifah, D., dan Utami, P. R. 2021. Formulasi dan Uji Hedonik Serbuk Effervescent Ekstrak Kunyit dengan Variasi Asam Sitrat dan Asam Tartat. *Window of Health : Jurnal Kesehatan*, *4*(4), 348–357.

Pranowo, D., Adiatmi, A. Y., dan Dewi, I. A. (2021, April). Production optimization of green coffee extracts from Jember robusta (Coffeacanephora) coffee using foam mat drying method. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 733(1),

Prisceilla Isabella, D., Diah Puspawati, G. A. K., dan Sri Wiadnyani, A. agung I. 2022. Pengaruh Konsentrasi Tween 80 Terhadap Karakteristik Serbuk Pewarna Daun Singkong (Manihot utilissima Pohl.) Pada Metode Foam Mat Drying. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, *11*(1), 112.

Purbasari, D. 2019. Aplikasi Metode Foam-Mat Drying dalam Pembuatan Bubuk Susu Kedelai Instan. *Jurnal Agroteknologi*, *13*(01), 52–61.

Ramadhani, R. A., Riyadi, D. H. S., Triwibowo, B., dan Kusumaningtyas, R. D. 2017. Review Pemanfaatan Design Expert untuk Optimasi Komposisi Campuran Minyak Nabati sebagai Bahan Baku Sintesis Biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, *1*(1), 11–16.

Ratna, N. K. A. N., Puspawati, G. A. K. D., dan Permana, I. D. G. M. 2021. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Tween 80 Terhadap Karakteristik Bubuk Minuman Instan Bunga Gumitir (Tagetes erecta L.).

Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA), *10*(4), 761.

Ristiarini, S., Cahyanto, M. N., Widada, J., dan Rahayu, E. S. 2018. Pengaruh Penambahan Laurat dan Glisin terhadap Nilai Warna dan Kadar Sitrinin Angkak Effect of Lauric and Glycine on Color Value and Citrinin of Angkak. *Agritech*, *38*(3), 320–329.

Sulastri, Y., dan Saloko, S. 2021. Enkapsulasi Gula Semut Aren Menggunakan Kitosan Dan Maltodekstrin. *Pro Food*, *7*(1).

Sulistyaningtyas, A. R., Prihastanti, E., dan Hastuti, E. D. 2017 Performa Green Bean Kopi Robusta (Coffea robusta Lindl.Ex De Will) setelah Perendaman Limbah Tahu dengan Jenis dan Konsentrasi yang Berbeda. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, *2*(2), 148. https://doi.org/10.14710/baf.2.2.2017.148-152

Suryanto, R. 2018. Pengaruh Penambahan Dekstrin Dan Tween 80 Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Organoleptik Bubuk Sari Buah Jambu Biji Merah (Psidium Guajava L.) Yang Dibuat Dengan Metode Foam-Mat Drying. *JISIP*, *2*(3), 71–79.

Tawali, A. B., Abdullah, N., dan Wiranata, B. S. 2018. Pengaruh Fermentasi Menggunakan Bakteri Asam Laktat Yoghurt Terhadap Citarasa Kopi Robusta (Coffea Robusta). *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 90–97.

Utami, N. F., Komala, O., dan Fatimah, Y. 2019. Pengaruh Pemberian Seduhan Teh Putih (Camellia Sinensis L.) Terhadap Aktivitas Diuretik Mencit Jantan Galur Swiss Webster. In *Semnas Perhipba: Potensi Bahan Alam sebagai Obat, Kosmetik dan Pangan Fungsional*.

Wahyuni, Y. A. T., Kadek Diah Puspawati, G. A., dan Kencana Putra, I. N. 2021. Pengaruh Jenis Pelarut pada Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Singkong (Manihot utilissima Pohl.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, *10*(4), 566.

Wati, E. A., Prasetya, F., dan Suparningtyas, J. F. 2022Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, *16*(November 2022), 21–24.

Yuliawaty, S. T., dan Susanto, W. H. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisika Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (Morinda citrifolia L). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, *3*(1), 41–51.