

**OPTIMIZATION OF NATURAL DYE FORMULA OF POWDER BASED ON CASSAVA
LEAF EXTRACT (*Manihot esculenta* Crantz)**

**OPTIMASI FORMULA SERBUK PEWARNA ALAMI BERBASIS
EKSTRAK DAUN SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz)**

Andi Eko Wiyono^{*}, Winda Amilia, Rifqoh Anggarani Mulyana, Ola Riska Aprilia Intan Aghata
Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember,
Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember, Indonesia

Diterima 4 Mei 2023 / Disetujui 20 Juni 2023

ABSTRACT

*Cassava leaves (*Manihot esculenta* C.) have a total chlorophyll of 27.4667 mg/g, the second highest after papaya leaves. Plants containing chlorophyll can be used as raw materials to make green powder natural dyes. The method used in the manufacture of powdered natural dyes is foam mat drying. The process of making natural dye powder with foam mat drying method added with maltodextrin and $MgCO_3$. The purpose of this study was to determine the optimum formula for natural dyes of cassava leaf powder with variations of maltodextrin and $MgCO_3$ and to determine the physical and chemical supporting characteristics of the optimum formula for natural dyes of cassava leaf powder. The results showed that the optimum formula of cassava leaf natural coloring powder is F5. Variations in the comparison of maltodextrin and $MgCO_3$ concentrations in the optimum formula obtained the water content value of 4.44%; dissolving time 41 seconds; pH 8.2; value of L^* 53.0; value a^* -21.4; b^* 18.9; the degradation of the stability of the heating time of the oven and the stability of the heating time of the hot plate are 11.59% and 11.92%; hue value 138.55°; chroma value 28.55; and total chlorophyll content of 14,231 mg/g. In addition, the application to textiles with a color resistance test found that the decrease in the mass of the fabric did not change too much.*

Keywords: *Cassava Leaf, Chlorophyll, Foam Mat Drying, Maltodextrin, $MgCO_3$*

ABSTRAK

Daun singkong (*Manihot esculenta* C.) memiliki klorofil total sebesar 27,4667 mg/g, tertinggi kedua setelah daun pepaya. Tumbuhan yang mengandung klorofil dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pewarna alami serbuk hijau. Metode yang digunakan dalam pembuatan serbuk pewarna alami adalah *foam mat drying*. Proses pembuatan serbuk pewarna alami dengan metode *foam mat drying* ditambah maltodekstrin dan $MgCO_3$. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan formula pewarna serbuk daun singkong yang optimum dengan variasi maltodekstrin dan $MgCO_3$ serta menentukan sifat fisik dan kimia pendukung dari ekstrak daun singkong. Formula optimum pewarna alami serbuk daun singkong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula serbuk pewarna alami daun singkong yang optimal adalah formula F5. Variasi perbandingan konsentrasi maltodekstrin dan $MgCO_3$ pada formula optimum diperoleh nilai kadar air sebesar 4,44%; waktu larut 41 detik; pH 8,2; nilai L^* 53,0; nilai a^* -21,4; b^* 18,9; penurunan stabilitas waktu pemanasan oven dan stabilitas waktu pemanasan *hot plate* masing-masing sebesar 11,59% dan 11,92%; nilai hue 138,55°; nilai chroma

^{*} Korespondensi Penulis
Email: andi.ftp@unej.ac.id

28,55; dan kandungan klorofil total 14.231 mg/g. Selain itu, aplikasi pada tekstil dengan uji ketahanan warna didapatkan bahwa penurunan massa kain tidak terlalu banyak berubah.

Kata Kunci : Daun Singkong, Klorofil, *Foam Mat Drying*, Maltodekstrin, $MgCO_3$

PENDAHULUAN

Singkong adalah salah satu sumber bahan pangan pokok yang sering dikonsumsi di Indonesia setelah padi dan jagung. Tanaman singkong memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi tanah hingga dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis. Singkong adalah jenis tanaman fungsional yang semua bagian tanaman dapat dimanfaatkan, salah satunya ialah daun singkong.

Daun singkong umumnya diolah menjadi lalapan serta tak jarang dimanfaatkan sebagai alternatif pakan ternak. Menurut Dharmadevi (2020), daun singkong (*Manihot esculenta C.*) memiliki total klorofil sebanyak 18,141 mg/l. Tanaman yang mengandung klorofil dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membuat pewarna alami berwarna hijau (Rachmawati dan Ramdanawati, 2020).

Pewarna alami merupakan jenis pewarna yang berasal dari tumbuhan ataupun hewan. Pewarna alami memiliki beberapa keunggulan diantaranya ialah aman diaplikasikan pada produk pangan dan memiliki nilai toksisitas yang rendah sehingga dalam jangka panjang aman untuk dikonsumsi (Permatasari dan Afifah, 2020).

Pewarna pada umumnya memiliki wujud cair. Sifat pewarna alami dengan wujud cair atau ekstrak yaitu mudah rusak dan tidak stabil dalam berbagai kondisi eksternal, sehingga pewarna dengan wujud cair dapat dikeringkan menjadi serbuk. Pewarna alami serbuk mempunyai kelebihan memiliki umur simpan lebih lama dibandingkan dengan bentuk cair, kadar air rendah, praktis dan tidak memakan banyak ruang kemasan. *Foam mat drying* merupakan metode yang digunakan dalam pembuatan pewarna alami serbuk.

Foam mat drying merupakan metode pengeringan yang dimanfaatkan untuk mengubah bahan berbentuk cair dan peka terhadap panas dengan menggunakan bahan pembusa dan pengisi dengan cara pembusaan. Bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan pewarna alami serbuk dengan metode *foam mat drying* yaitu maltodekstrin agar mempercepat pengeringan, mengubah volume dan berat serbuk yang dihasilkan. Menurut Oktaviana (2012), maltodekstrin termasuk dalam bahan enkapsulat dan dapat melindungi komponen yang peka terhadap panas maupun oksidasi, selain itu melindungi stabilitas bahan selama pengeringan. Selain itu, basa penstabil berupa $MgCO_3$ diperlukan untuk mengikat zat pewarna (Magnesium Karbonat). Ketahanan klorofil dari pewarna alami akan meningkat ketika bahan penstabil $MgCO_3$ (Magnesium Karbonat) yang ditambahkan semakin tinggi. Penelitian Tama dkk (2014), menunjukkan bahwa konsentrasi basa yakni $MgCO_3$ sebesar 0,04% memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan jumlah basa yang lebih rendah. Sedangkan, penelitian ini bertujuan untuk menentukan formula optimum pewarna alami serbuk daun singkong dengan variasi $MgCO_3$ dan maltodekstrin, menganalisis karakteristik fisik dan kimia dari formula optimum pewarna alami serbuk daun singkong serta pengaplikasiannya.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan serbuk pewarna yaitu daun singkong bagian tengah. Bahan lain yang digunakan adalah maltodekstrin, tween 80, aquades, magnesium karbonat ($MgCO_3$), larutan *buffer* pH 4, larutan *buffer* pH 8, aseton 80%, air.

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan serbuk pewarna yaitu pisau, sendok, talenan, gelas beaker, kompor, dandang, neraca, *mixer*, alumunium foil, dan kain saring. Alat-alat yang digunakan untuk analisis yaitu oven, tabung reaksi, *colour reader CR 10*, *magnetic stirrer*, pH meter, *vortex*, pipet tetes, microwave (MC8188HRC /00), kertas saring whatman no. 41, kuvet, penangas air, oven suhu 105°C, spektrofotometer UV-Vis (SP-3000 nano), refraktometer, alat tulis, dan perangkat komputer.

Pelaksanaan Penelitian Ekstraksi Daun Singkong

Tahap pertama diawali dengan *trimming*, penimbangan sebanyak 200 gram, pencucian, *blanching* selama 2 menit, dan dilakukan penirisan. Setelah itu dilakukan pengecilan ukuran, penghancuran dengan penambahan aquades dengan perbandingan (1:3). Selanjutnya penyaringan untuk mendapatkan filtrat dan ditambahkan MgCO₃ sesuai formulasi. Setelah itu, dilakukan pengendapan selama 24 jam pada suhu dingin 10°C yang telah tertutup *alumunium foil*. Kemudian dilakukan pemisahan ekstrak dan endapan.

Pembuatan Pewarna Alami Serbuk Daun Singkong

Ekstrak daun singkong 200 mL ditambahkan maltodekstrin sesuai formulasi dan *tween 80* sebanyak 0,5%. Selanjutnya dilakukan homogenisasi menggunakan *mixer* selama 10 menit hingga adonan membentuk *foam*. Sampel yang sudah dilakukan homogenisasi lalu dituangkan ke dalam loyang kaca dan dikeringkan dalam *microwave* dengan daya 420 watt. Pengeringan menggunakan *microwave* dilakukan selama kurang lebih 30 menit. Setiap 1 menit sekali, *foam* tersebut diaduk. Filtrat yang telah kering dihaluskan menggunakan *blender*.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan rancangan statistik yaitu *mixture design* dengan metode *simplex lattice design* menggunakan dua faktor yaitu variasi maltodekstrin dan MgCO₃. Adapun batas atas dan batas bawah penggunaan bahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas penggunaan asam askorbat dan tween 80 dalam pembuatan serbuk pewarna

Bahan	Konsentrasi	
	Batas bawah (%)	Batas atas (%)
Maltodekstrin	3	10
MgCO ₃	0,03	0,5

Penentuan formula dengan menggunakan aplikasi *Design Expert version 13* dan metode *Simplex Lattice Design*. Aplikasi tersebut menghasilkan lima variasi formula maltodekstrin dan magnesium karbonat yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Formula proporsi bahan serbuk pewarna

Bahan	Formula (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Maltodekstrin	0	0,25	0,5	0,75	1
MgCO ₃	1	0,75	0,5	0,25	0

Perhitungan konsentrasi formula bahan mengacu pada Fadhillah dkk., (2020) berdasarkan batas atas dan batas bawah penggunaan masing-masing bahan untuk mengetahui komposisi bahan yang digunakan maka dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

$$\% \text{ konsentrasi} = f \times (\text{BA} - \text{BB}) + \text{BB}$$

Keterangan:

f = komposisi bahan pada formula

BA = batas atas

BB = batas bawah

Tabel 3. Komposisi akhir variasi bahan serbuk pewarna

Bahan	Formula (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Maltodekstrin	10	8,25	6,5	4,75	3
MgCO ₃	0,03	0,15	0,26	0,38	0,5

Data hasil pengamatan diinput dalam aplikasi *Design Expert version 13* dengan penerapan *simplex lattice design* (SLD) dan diperoleh persamaan regresinya sehingga dapat ditentukan formula optimum. Keseluruhan data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel serta dianalisis secara deskriptif.

Formula optimum yang telah terpilih dilanjutkan dengan pengujian *one sample t-test*. Jika nilai signifikansi yang dihasilkan $>0,05$ H₀ maka diterima, sedangkan jika $<0,05$ H₀ ditolak. Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H₀ = tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil dengan nilai prediksi

H₁ = terdapat perbedaan signifikan antara hasil dengan nilai prediksi

Metode Analisis

Warna (Caliskan & Dirim, 2016)

Sampel serbuk 0,2 gram dilarutkan pada 10 mL aquades. Sampel diukur pada 5 titik yang berlainan. Metode pengukuran difokuskan pada nilai L*, a*, dan b* yang tertera pada alat. Nilai yaitu L* (*Lightness*), a* (*Redness*), dan b* (*Yellowness*).

Waktu Larut (Husni et al., 2020)

Penentuan waktu larut dilakukan dengan menimbang 2 gram sampel kemudian dilarutkan ke dalam 20 ml air. Pelarutan menggunakan air dingin. Pengadukan dilakukan secara kontinyu dengan *magnetic stirrer* pada kecepatan 50 rpm dan dihitung waktu larut menggunakan *stopwatch* saat pewarna alami dilarutkan.

pH (Yenrina, 2015)

Bubuk pewarna yang akan diuji sebelumnya dilarutkan dengan perbandingan 1:10. Kemudian pH meter yang telah dikalibrasi dicelupkan padalarutan serbuk pewarna selama 2-3 menit hingga tertera angka pada *display* pH meter. Hasil pengukuran dapat dibaca pada *display* pH meter.

Kadar Air (AOAC, 2012)

Pengukuran kadar air spewarna serbuk dilakukan dengan menggunakan oven. Suhu yang digunakan untuk memanaskan sampel yaitu 105°C selama 3 jam. Adapun nilai kadar air dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{(a + b) - c}{c - a} \times 100\%$$

Dengan a adalah bobot cawan kosong, b adalah berat sampel, dan c adalah berat sampel setelah pemanasan.

Stabilitas Lama Pemanasan (Yudiono, 2011)

Pengujian stabilitas serbuk pewarna alami terhadap lama pemanasan dengan metode oven menggunakan sebanyak 0,25 gram serbuk pewarna dipanaskan dengan suhu 100°C selama 60 menit menggunakan cawan petri dan dilakukan pengukuran absorbansi setiap 15 menit (Winarti & Firdaus, 2010). Stabilitas serbuk pewarna alami dapat diketahui dengan menghitung presentase degradasi dengan perubahan nilai absorbansi. Spektrofotometer *Uv-Visibel* digunakan untuk mengukur absorbansi pada kisaran panjang gelombang 645 dan 663 nm (Lydia et al., 2001). Perhitungan persentase degradasi menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{Degradation} = \left| \frac{(A_0 - A_t)}{A_0} \right| \times 100$$

Keterangan:

A0 = absorbansi awal

A1 = absorbansi pada waktu t

Hue dan Chroma (Hutching, 1999)

Penentuan nilai °Hue didasarkan pada nilai a* dan b* yang didapatkan dengan melakukan pengukuran menggunakan alat *color reader*. Perhitungan nilai °Hue dan chroma didapatkan melalui rumus dibawah ini

$$\begin{aligned} \text{°Hue} &= \tan^{-1} \frac{*b}{*a} \\ C &= \sqrt{a^2 + b^2} \end{aligned}$$

Total Padatan Terlarut (Nisa, 2021)

Sebanyak 1 gram serbuk pewarna dilarutkan kedalam 10 mL aquades. Selanjutnya, sampel yang sudah dilarutkan dimasukkan kedalam *Hand farktometer* yang telah dibersihkan menggunakan aquadest. Angka yang tertera pada hand refraktometer merupakan hasil analisis total padatan terlarut produk. Jumlah kandungan padatan terlarut dinyatakan sebagai °Brix.

Kadar Klorofil Total (Nugrahadi, 2017)

Penentuan nilai kadar klorofil total untuk mengetahui kandungan klorofil di dalam serbuk pewarna alami yang telah dibuat. Langkah awal yaitu menimbang serbuk pewarna sebanyak 0,1 gram lalu dilarutkan dalam 10 mL aseton 80% dan diaduk hingga tercampur. Larutan tersebut disaring menggunakan kertas saring. Absorbansi filtrat diukur pada panjang gelombang 645 nm (A) dan 663 nm (B).

Perhitungan:

Klorofil a = 12,7 B - 2,69 A

Klorofil b = 22,9 A - 4,68 B

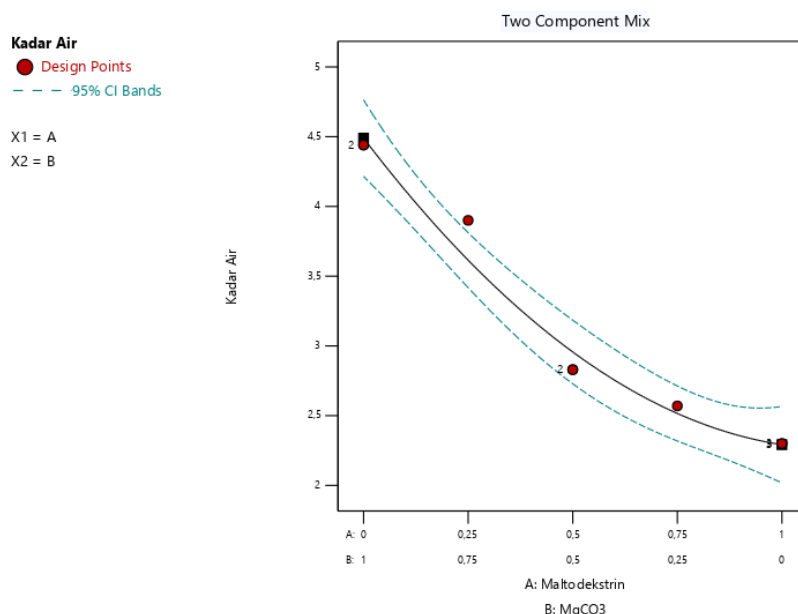
Total klorofil = 8,02 B + 20,2 A

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Formula Serbuk Pewarna Alami Daun Singkong Kadar Air Serbuk Pewarna Alami

Pengukuran nilai kadar air dilakukan dengan menggunakan oven yang telah diatur suhunya sesuai dengan petunjuk dan dalam rentang waktu tertentu. Hasil pengukuran kadar air diperoleh data berkisar 2,30% - 4,44%. Hasil tersebut sesuai dengan SNI 01-4320-1996 tentang minuman instan dengan persyaratan kadar air kurang dari sama dengan 5%. Menurut Djali dkk. (2016) juga menyatakan kadar air maksimal untuk produk susu bubuk yaitu 5% dan sebaiknya tidak kurang dari 2%.

Peningkatan konsentrasi $MgCO_3$ akan meningkatkan nilai kadar air. Menurut Sunyoto dkk. (2017) $MgCO_3$ (Magnesium Karbonat) dapat memperlambat penyerapan uap air sehingga laju higroskopis menuju kondisi jenuh akan tercapai dalam waktu yang lebih lama dan dapat mencegah terjadinya penggumpalan pada produk berbentuk serbuk. Disamping itu, pemberian maltodekstrin juga mempengaruhi kadar air serbuk pewarna yang dihasilkan. Menurut Rachmawati dan Ramdanawati (2020) menyatakan bahwa maltodekstrin memberikan efek pada kandungan air pada serbuk pewarna alami daun singkong. Meningkatnya konsentrasi maltodekstrin sebagai pengisi menurunkan nilai kadar air. Pengujian kadar air serbuk pewarna daun singkong dapat disimpulkan jika seluruh formula yang ada mempunyai kadar air dengan kriteria sesuai keinginan. Menurut Yuliawaty dan Susanto (2015) bahwa penambahan kadar air serbuk instan dapat diakibatkan oleh konsentrasi maltodekstrin yang berlebih. Adanya maltodekstrin dalam jumlah besar berdampak pada meningkatnya jumlah gugus hidroksil yang, sehingga dapat mengikat air lebih besar dari lingkungan. Artinya, meningkatnya proporsi maltodekstrin berdampak pada terjadinya peningkatan proses readsorpsi uap air. Nilai kadar air serbuk pewarna alami daun singkong tersaji pada Gambar 1.

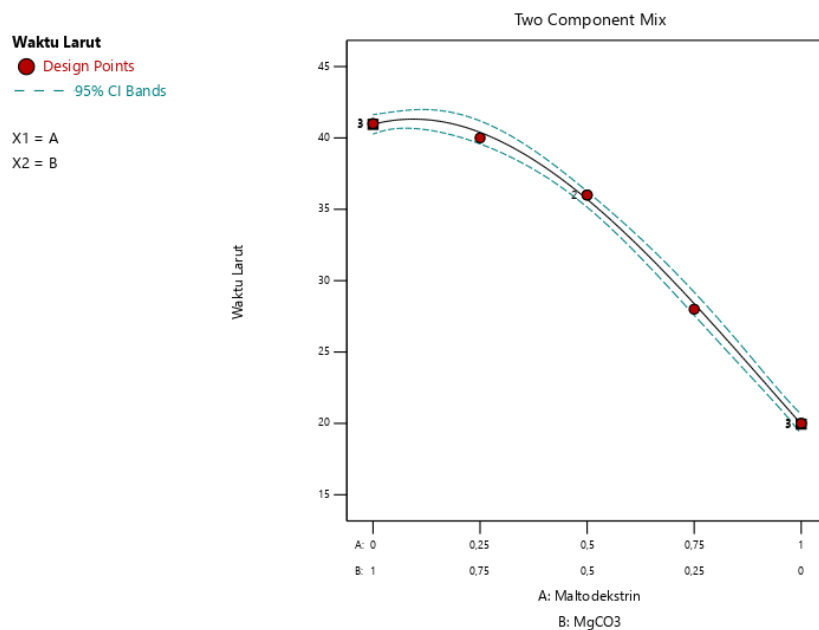


Gambar 1. Nilai kadar air serbuk pewarna alami daun singkong dengan variasi konsentrasi maltodekstrin:MgCO₃ yaitu 0% : 1% (F1), 0,25% : 0,75% (F2), 0,5% : 0,5% (F3), 0,75% : 0,25% (F4), dan 1% : 0% (F5)

Waktu Larut Serbuk Pewarna Alami

Pengujian waktu larut digunakan untuk menunjukkan banyaknya waktu yang dibutuhkan oleh serbuk dapat larut dengan sempurna dengan variasi maltodekstrin dan $MgCO_3$. Hasil pengukuran waktu larut diperoleh data berkisar 20 – 41 detik.

Menurut Fajri dkk. (2021) menyatakan kelarutan produk yang semakin menurun dikarenakan penambahan konsentrasi $MgCO_3$ yang semakin tinggi, hal ini dikarenakan $MgCO_3$ memiliki sifat yang sukar larut dalam air. Menurut Mulyawanti dan Dewandari (2010) semakin tinggi kadar air maka proses penyerapan air akan semakin lama sehingga waktu larut yang dihasilkan cenderung meningkat. Selain itu, pemberian maltodekstrin juga mempengaruhi waktu larut serbuk pewarna yang dihasilkan. Menurut Bunardi (2016) hasil produk minuman serbuk daun sirsak yang memiliki waktu larut paling singkat dikarenakan pemberian kadar maltodekstrin yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena maltodekstrin termasuk kedalam oligosakarida yang sangat mudah larut dalam air sehingga mampu membentuk sistem yang terdispersi merata. Menurut Mulyawanti dan Dewandari (2010) semakin tinggi kadar air maka proses penyerapan air akan semakin lama sehingga waktu larut yang dihasilkan cenderung meningkat. Pengujian waktu larut serbuk pewarna daun singkong dapat disimpulkan jika seluruh formula yang ada mempunyai waktu larut dengan kriteria sesuai keinginan. Adapun nilai kadar air serbuk pewarna alami daun singkong tersaji pada Gambar 2.



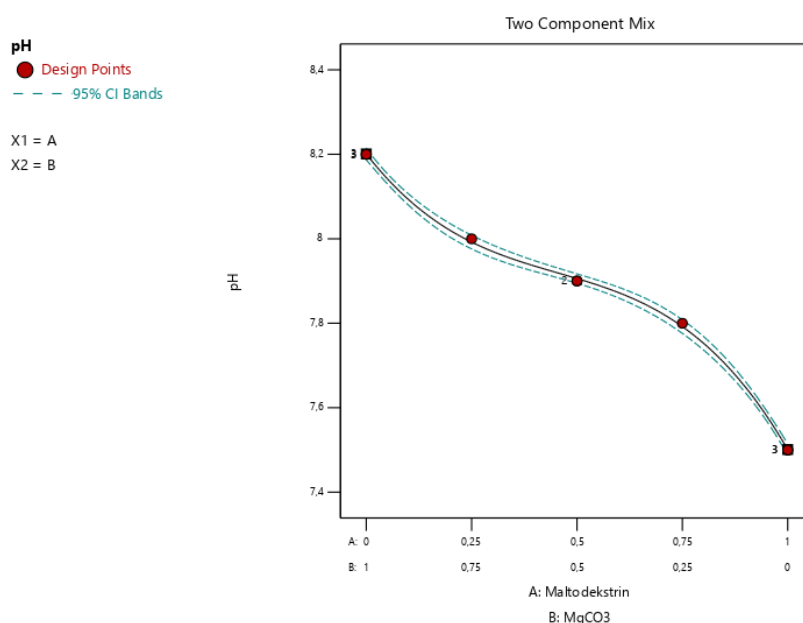
Gambar 2. Nilai waktu larut serbuk pewarna alami daun singkong dengan variasi konsentrasi maltodekstrin: $MgCO_3$ yaitu 0% : 1% (F1), 0,25% : 0,75% (F2), 0,5% : 0,5% (F3), 0,75% : 0,25% (F4), dan 1% : 0% (F5)

Nilai pH Serbuk Pewarna Alami

Pengujian parameter pH diukur untuk menentukan nilai derajat keasaman serbuk pewarna alami daun singkong. Hasil pengukuran pH dari serbuk pewarna klorofil diperoleh data berkisar 7,5 – 8,2. Ketika konsentrasi $MgCO_3$ semakin tinggi maka nilai pH yang dihasilkan akan mengalami peningkatan. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi pemberian $MgCO_3$ maka serbuk yang dihasilkan akan semakin basa. Menurut Hutajulu dkk. (2008) pembentukan feofitin yang berpengaruh terhadap

keasaman klorofil disebabkan oleh terlepasnya ion Mg^{+} pada klorofil tersubstitusi oleh ion H^{+} bebas. pH basa dapat membuat klorofil lebih stabil sehingga dapat menekan reaksi pembentukan feofitin yang berwarna kecokelatan. Menurut Arfandi dkk. (2013) feofitin merupakan klorofil bebas magnesium.

Disamping itu pemberian maltodekstrin juga mempengaruhi pH serbuk pewarna yang dihasilkan. Menurut Retnaningsih dan Tari (2014) bahwa bahan pengisi maltodekstrin merupakan golongan oligosakarida dan bersifat basa sehingga dapat menetralkan sifat asam serta mampu mempertahankan pH sampel. Menurut Fiana et al., (2016) pH teh semakin meningkat dengan adanya maltodekstrin pada proses pengolahan teh instan kombucha. Pengujian pH serbuk pewarna daun singkong dapat disimpulkan jika seluruh formula yang ada mempunyai pH dengan kriteria sesuai keinginan. Adapun persentase kadar air serbuk pewarna alami daun singkong tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai pH serbuk pewarna alami daun singkong dengan variasi konsentrasi maltodekstrin:MgCO₃ yaitu 0% : 1% (F1), 0,25% : 0,75% (F2), 0,5% : 0,5% (F3), 0,75% : 0,25% (F4), dan 1% : 0% (F5)

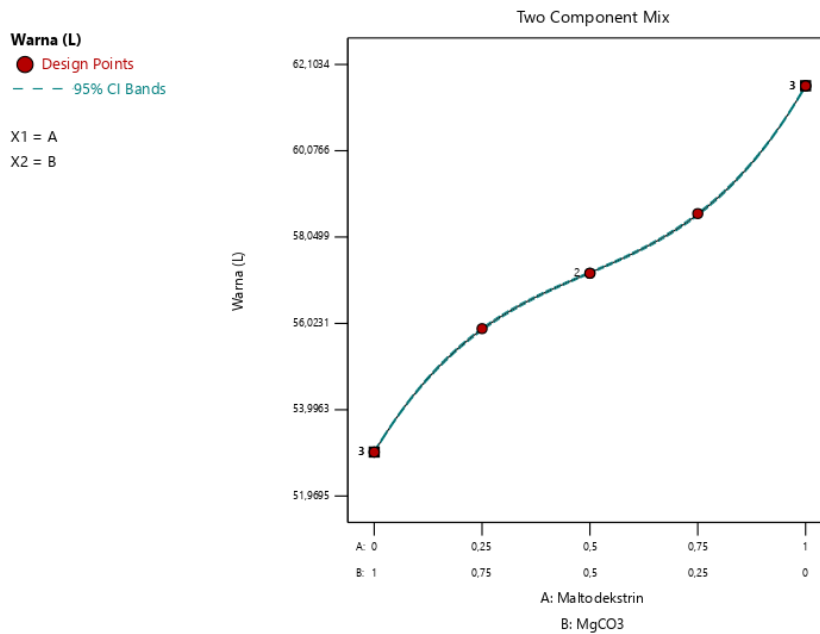
Warna Serbuk Pewarna Alami

Nilai Kecerahan (L^*) merupakan parameter yang digunakan untuk menilai tingkat kecerahan dari suatu produk. Pengujian parameter nilai kecerahan (L^*) diperoleh data berkisar 53 – 61,6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk pewarna yang dihasilkan semakin cerah dikarenakan penambahan maltodekstrin yang semakin banyak. Menurut penelitian Yuliawaty dan Susanto (2015) bahwa dengan penambahan konsentrasi maltodekstrin dapat cenderung meningkatkan kecerahan. Konsentrasi penambahan maltodekstrin dapat memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kecerahan.

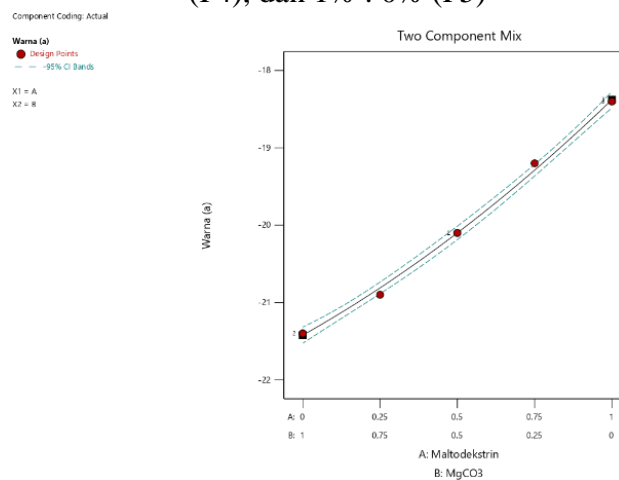
Nilai kemerahan (a^*) yang diperoleh berkisar -18,4 sampai -21,4. Hasil pengukuran nilai kemerahan (a^*) bernilai negatif yang mengindikasikan warna yang dihasilkan tergolong hijau. Menurut Ernawati dkk. (2014) apabila sampel menunjukkan warna hijau maka nilai a^* menunjukkan nilai negatif sedangkan pada sampel berwarna merah menunjukkan nilai positif.

MgCO₃ berperan melindungi warna hijau klorofil karena termasuk kedalam larutan basa. Menurut Hutajulu dkk. (2008) feofitin yang berasal dari substitusi magnesium oleh hidrogen berdampak pada berubahnya warna hijau alami bahan menjadi hijau kecoklatan. Namun pada kondisi basa, reaksi dapat berjalan lebih lambat.

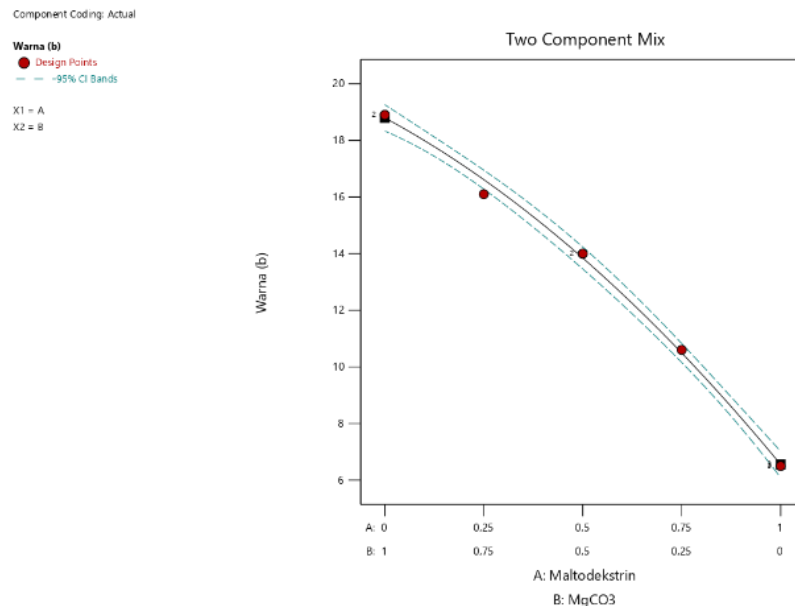
Nilai kekuningan (b*) diperoleh angka antara 6,5 sampai 18,9. Menurut Ernaini dkk. (2012) MgCO₃ adalah bahan bersifat basa yang menjaga intensitas warna daun kiambang. Nilai b* secara tunggal menunjukkan warna kuning apabila nilainya semakin positif. Adapun hasil pengujian intensitas warna dapat dilihat pada Gambar 4 untuk nilai L, Gambar 5 untuk nilai a, dan Gambar 6 untuk nilai b.



Gambar 4. Nilai L serbuk pewarna alami daun singkong dengan variasi konsentrasi maltodekstrin:MgCO₃ yaitu 0% : 1% (F1), 0,25% : 0,75% (F2), 0,5% : 0,5% (F3), 0,75% : 0,25% (F4), dan 1% : 0% (F5)



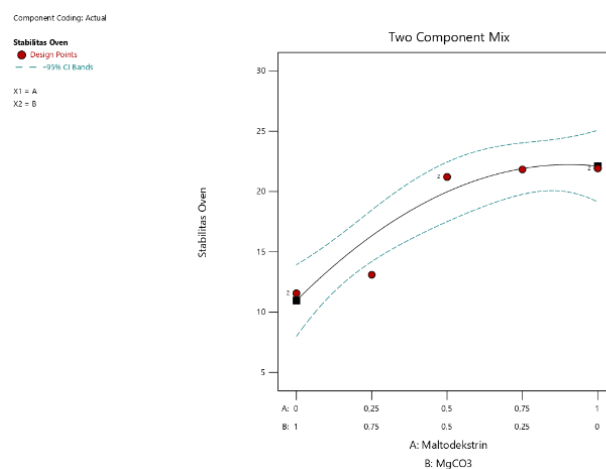
Gambar 5. Nilai a serbuk pewarna alami daun singkong dengan variasi konsentrasi maltodekstrin:MgCO₃ yaitu 0% : 1% (F1), 0,25% : 0,75% (F2), 0,5% : 0,5% (F3), 0,75% : 0,25% (F4), dan 1% : 0% (F5)



Gambar 6. Nilai b serbuk pewarna alami daun singkong dengan variasi konsentrasi maltodekstrin:MgCO₃ yaitu 0% : 1% (F1), 0,25% : 0,75% (F2), 0,5% : 0,5% (F3), 0,75% : 0,25% (F4), dan 1% : 0% (F5)

Stabilitas Lama Pemanasan Kondisi Serbuk

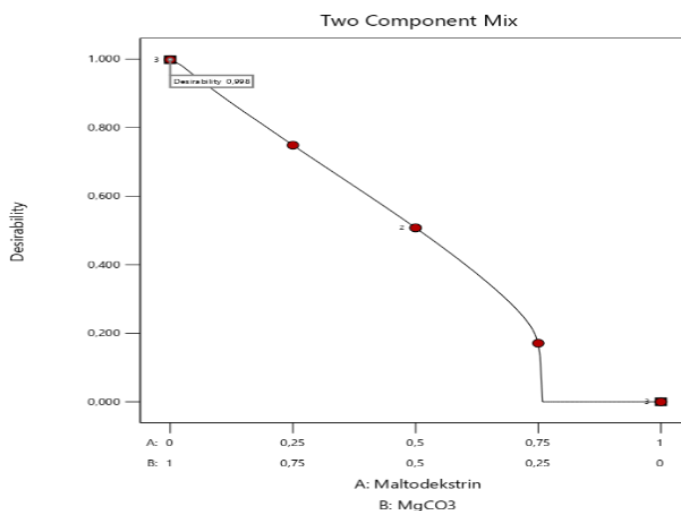
Pengujian stabilitas lama pemanasan serbuk pewarna daun singkong diperoleh data persen degradasi berkisar 11,56%-21,92%. Semakin tinggi nilai degradasi menunjukkan bahwa pigmen tersebut telah mengalami banyak kerusakan. Kerusakan warna yang terjadi pada serbuk pewarna alami daun singkong diakibatkan oleh panas. Menurut SEAFAS (2012) reaksi feofinitasi akan berjalan lebih cepat akibat perlakuan lama pemanasan yang diberikan. Hal ini disebabkan karena protein pelindung klorofil terdenaturasi oleh panas sehingga klorofil berada dalam keadaan tidak stabil mudah diserang oleh asam. Sehingga, ion hidrogen dapat dengan mudah menggantikan Mg²⁺ yang terdapat di dalam molekul klorofil. Stabilitas panas serbuk pewarna alami daun singkong tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai stabilitas lama pemanasan kondisi serbuk pewarna alami daun singkong dengan variasi konsentrasi maltodekstrin:MgCO₃ yaitu 0% : 1% (F1), 0,25% : 0,75% (F2), 0,5% : 0,5% (F3), 0,75% : 0,25% (F4), dan 1% : 0% (F5)

Formula Optimum Serbuk Pewarna Alami

Formula optimum ditentukan berdasarkan sifat fisik (kadar air, waktu larut, pH, warna, dan stabilitas lama pemanasan kondisi serbuk) serbuk pewarna alami daun singkong. Pemilihan formula optimum didasarkan pada nilai *desirability* tertinggi dengan rentang nilai antara 0 sampai 1. Menurut Ramadhani dkk. (2017) menyatakan formula yang memiliki tingkat optimal tertinggi adalah formula dengan nilai *desirability* mendekati maksimum (satu). Hasil nilai *desirability* masing-masing formula terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan antara proporsi maltodekstrin dan MgCO₃ terhadap *desirability*

Hasil dari nilai *desirability* dipengaruhi oleh bahan yang dioptimalkan. Hasil *desirability* berdasarkan grafik tersebut diperoleh formula 1 (maltodekstrin 1 : MgCO₃ 0) dengan nilai *desirability* 0,000, formula 2 (maltodekstrin 0,75 : MgCO₃ 0,25) dengan nilai *desirability* 0,171, formula 3 (maltodekstrin 0,5 : MgCO₃ 0,5) dengan nilai *desirability* 0,508, formula 4 (maltodekstrin 0,25 : MgCO₃ 0,75) dengan nilai *desirability* 0,749, formula 5 (maltodekstrin 0 : MgCO₃ 1) dengan nilai *desirability* 0,998. Nilai *desirability* tersebut dari program *design expert* akan dipilih yang memiliki nilai tertinggi dengan metode *simplex lattice design*. Nilai *desirability* tertinggi menunjukkan bahwa semua fungsi dan tujuan dari setiap parameter telah tertuju pada sebuah formula, dalam hal ini F5 merupakan formula yang terpilih karena memiliki nilai *desirability* yang tinggi yaitu 0,998. Penggunaan metode *simplex lattice design* tidak hanya menentukan formula optimum berdasarkan nilai *desirability* namun juga dapat menentukan nilai prediksi respons setiap analisis parameter serta persamaan matematis pada setiap parameter. Penentuan nilai prediksi dilakukan secara otomatis pada aplikasi *design expert*. Hasil pengujian formula F5 memenuhi parameter yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai prediksi formula optimum

Parameter	Nilai Prediksi	Hasil Uji
Kadar Air	4,49007	4,44
Waktu Larut	40,951	41
pH	8,20098	8,2
Nilai L	53,002	53,0
Nilai a	-21,42222	-21,4
Nilai b	18,7967	18,9
Stabilitas Lama Pemanasan Serbuk	10,9595	11,56

Fungsi nilai prediksi sebagai acuan nilai pada formula optimum yang dihasilkan. Nilai prediksi yang dihasilkan tidak tepat sama jika dibandingkan dengan hasil uji namun memiliki perbedaan rentang nilai yang tidak signifikan dengan hasil uji. Rentang nilai yang tidak jauh ini menunjukkan bahwa formula yang dihasilkan telah sesuai dengan hasil prediksi. Kesesuaian dengan hasil prediksi memberikan petunjuk jika formula yang dihadirkan telah memiliki kesesuaian dengan kriteria dalam setiap parameter.

Hasil analisis penentuan formula optimum yang didasari nilai *desirability* divalidasi menggunakan uji parametrik *T-Test One Sample* dengan membandingkan nilai prediksi dan hasil uji. Nilai prediksi setiap parameter digunakan sebagai nilai acuan. Nilai *sig. 2 tailed* yang ditunjukkan pada uji parametrik memberikan arti bahwa keseluruhan parameter memiliki nilai >0.05 yang menyatakan nilai hasil pengujian tidak memiliki perbedaan signifikan dibandingkan nilai prediksi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa formula tersebut dapat dipilih sebagai formula optimum.

Total Padatan Terlarut, °Hue, Nilai C, Kadar Klorofil Total, Kadar HCN, Kadar Tanin, Kadar Serat Kasar, dan Stabilitas Lama Pemanasan Kondisi Cair Formula Optimum Serbuk Pewarna Alami

Nilai total padatan terlarut (TPT) perlakuan optimum yakni TPT 8,4 °brix. Menurut Purba dkk. (2012) maltodekstrin akan terdegradasi menjadi oligosakarida, protein, dan lemak serta komponen sederhana dengan berat molekul yang lebih ringan, sehingga total padatan terlarut meningkat dan mempercepat waktu larut. Berdasarkan nilai a dan b dapat diketahui nilai C dan °Hue. Nilai C menunjukkan tingkat intensitas warna, semakin tinggi nilainya menunjukkan semakin kuat intensitas warnanya. Nilai C formula optimum sebesar 28,551. Nilai °Hue memperlihatkan derajat visual warna yang nampak. Nilai °Hue dari invers komparasi antara nilai b dengan a. Nilai °Hue formula optimum sebesar 138,55°. Nilai tersebut dinyatakan dalam warna kuning hijau.

Hasil perhitungan kadar klorofil total dari formula 5 serbuk pewarna alami daun singkong dengan maltodekstrin sebanyak 3 gram dan $MgCO_3$ sebanyak 0,5 gram didapatkan sebesar 14,231 mg/g. Tinggi rendahnya total klorofil yang didapatkan dipengaruhi oleh bahan pengisi dan bahan penstabil. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Hardjanti (2008) yaitu pada proses pembuatan serbuk pewarna dari daun katuk, banyaknya maltodekstrin yang digunakan menurunkan kadar klorofil. Hal ini disebabkan terjadinya peningkatan komponen non klorofil berupa padatan dalam sampel, sehingga proporsi klorofil berkurang. Selain maltodekstrin sebagai bahan pengisi, digunakan bahan penstabil berupa basa $MgCO_3$ karena klorofil stabil dalam suasana basa. Menurut Hutajulu dkk. (2008) adanya bahan penstabil berupa basa $MgCO_3$ akan meningkatkan ketahanan klorofil sumber pewarna alami.

Hasil perhitungan kadar tanin dari formula 5 serbuk pewarna alami daun singkong gram didapatkan sebesar 0,24%. Semakin banyak kadar tanin yang diperoleh akan mempengaruhi aktivitas antioksidan. Hal ini sesuai pernyataan Malanggi dkk. (2012) bahwa semakin besar aktivitas antioksidan maka semakin banyak kandungan tanin karena tanin tersusun dari senyawa polifenol yang memiliki aktivitas penangkap radikal bebas. Menurut Pambudi dkk. (2016) tanin dapat berperan sebagai zat antimikroba yang mengakibatkan pertumbuhan mikroba terhambat dan mati.

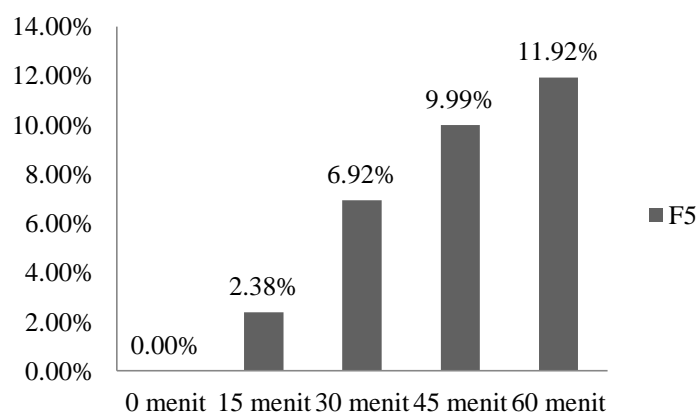
Hasil perhitungan serat kasar sebesar 5,10%. Nilai kadar serat yang dihasilkan cukup rendah dari nilai serat kasar pada daun singkong. Daun singkong memiliki kandungan serat sebesar 15,35% (Hermanto & Fitriani, 2018). Nilai kadar serat kasar dipengaruhi oleh bahan yang digunakan dan proses pengeringan yang dilakukan. Hal ini didukung oleh Aulia et al., (2021) yaitu proses

pemanasan dapat mengakibatkan dinding sel bahan mengalami kerusakan dan mengakibatkan putusannya ikatan polisakarida serta ikatan glikosidik sehingga mengakibatkan nilai total polisakarida akan mengalami penurunan. Selain itu penambahan bahan pengisi berupa maltodekstrin berpengaruh terhadap nilai kadar serat kasar pada serbuk. Hal ini didukung oleh D. Ramadhani, (2016) bahwa maltodekstrin memiliki fungsi mengikat air sehingga dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kadar serat dan turunnya kadar air pada bahan meningkatkan kadar serat bahan.

Hasil perhitungan kadar HCN dari formula 5 serbuk pewarna alami daun singkong yaitu 1,8 mg/100 gr. Nilai HCN yang didapatkan cukup rendah dikarenakan batas maksimum asam sianida untuk dikonsumsi manusia adalah 50 mg/kg. Daun singkong memiliki kandungan HCN 15-20 kali lebih banyak dari pada ubinya. Nilai HCN pada serbuk pewarna alami daun singkong lebih rendah dibandingkan nilai HCN pada daun singkong, hal ini disebabkan oleh proses pemanasan dan pemotongan saat proses pembuatan serbuk pewarna. Menurut (Pratiwi, 2017) kandungan asam sianida pada daun singkong dapat dihilangkan dengan mudah daripada ubinya karena racun dalam daun tidak terikat kuat seperti pada ubinya, kandungan asam sianida (HCN) dapat berkurang dengan proses pemotongan, pengeringan dan juga perebusan atau pemanasan. Proses perebusan daun singkong lebih efektif untuk penurunan kandungan asam sianida sehingga dapat dihilangkan hingga 100%. Selain itu, kadar HCN dapat dikurangi dengan proses pemanasan saat pembuatan serbuk pewarna alami daun singkong.

Lama pemanasan menyebabkan penurunan nilai absorbansi, dalam hal ini semakin lama serbuk pewarna dipanaskan maka nilai absorbansi semakin rendah. Penurunan nilai absorbansi tersebut terjadi karena adanya degradasi serbuk pewarna. Degradasi warna merupakan kerusakan pigmen yang terjadi selama proses pembuatan sebuah produk. Hasil perhitungan persen degradasi pada menit ke-60 diperoleh sebesar 11,92%.

Menurut Arfandi dkk. (2013) aktivitas enzim klorofilase dan enzim lipoksigenase dapat dipengaruhi oleh pemanasan. Menurut Kurniawan dkk. (2014) klorofil akan mengalami perubahan menjadi senyawa turunannya pada kondisi yang tidak stabil sehingga mengalami kerusakan. Menurut SEAFAS (2012) semakin tinggi nilai degradasi menunjukkan bahwa pigmen tersebut telah mengalami banyak kerusakan. Reaksi feofinitasi akan berjalan lebih cepat akibat perlakuan lama pemanasan yang diberikan. Adapun persentase degradasi warna tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9. Nilai degradasi warna pewarna alami daun singkong pada kondisi cair stabilitas *lama pemanasan*.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa F5 (maltodekstrin 3 gram dan $MgCO_3$ 0,5 gram per 100 mL) adalah formula optimum karena memiliki *desirability* tertinggi yakni 0,998. Nilai parameter F5 yakni kadar air sebesar 4,44%; waktu larut 41 detik; pH 8,2; nilai L^* 53,0; nilai a^* -21,4; nilai b^* 18,9; degradasi stabilitas lama pemanasan kondisi serbuk dan stabilitas lama pemanasan kondisi cair yakni 11,59% dan 11,92%; nilai hue 138,55°; nilai chroma 28,55; kadar klorofil total sebesar 14,231 mg/g; kadar HCN 1,8 mg/100g; kadar tanin 0,24%; serta kadar serat kasar sebesar 5,10%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Jember atas Hibah Internal PDP 2022 Sumber dana DIPA Universitas Jember No. 4028/UN25.3.1/LT/2022 yang telah mendukung secara finansial terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN], B. S. N. 1996. *SNI 01-4320-1996 Serbuk Minuman Tradisional*. Badan Standarisasi Nasional.
- AOAC. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International : 19th ed. In D. G. W. Latimer (Ed.), *AOAC International*.
- Arfandi, A., Ratnawulan, dan Darvina, Y. 2013. Proses Pembentukan Feofotin Daun Suji sebagai Bahan Aktif Photosensitizer Akibat Pemberian Variasi Suhu. *Pillar Of Physics*, 1(April), 68–76.
- Aulia, A., Munandar, A., dan Surilayani, D. 2021. Optimalisasi Formulasi Nori Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Daun Singkong (Manihot utilisima). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 9(2), 51. <https://doi.org/10.35800/mthp.9.2.2021.33882>
- Bunardi, C. 2016. Kualitas Minuman Serbuk Daun Sirsak (*Annona muricata*) dengan Variasi Konsentrasi Maltodekstrin Dan Suhu Pemanasan. In *Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta*.
- Caliskan, G., dan 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.
- Djali, M., H, M., dan H, H. 2016. Karakteristik Yogurt Bubuk Kacang Koro Pedang Dengan Bahan Penyalut Maltodekstrin. *Jurnal Penelitian Pascapanen*, 13, 28–35.
- Ernaini, Y., Supriadi, A., dan Rinto. 2012. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Klorofil dan Senyawa Fitokimia Daun Kiambang (*Salvinia molesta* Mitchell) dari Perairan Rawa. *Fishtech*, 1(1), 1–13.
- Ernawati, U. R., Khasanah, L. U., dan Anandito, R. B. K. 2014. Pengaruh Variasi Nilai Dextrose Equivalent (DE) Maltodekstrin terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona Grandis* L.f.). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 111–120.
- Fadhilah, U., Slamet, dan Pambudi, B. . 2020. Optimasi Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) dan Asam Sitrat dalam Tablet Efervesen dengan Menggunakan design Expert. *Farmasisains*, 1–10.

- Fajri, F. A. N., Sumardianto, dan Rianingsih, L. 2021. Penambahan Anti Kmepeal Magnesium Karbonat (MgCO₃) Terhadap Karakteristik Flavor Lemi Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 3(2).
- Fiana, R., Murtius, W., dan Asben, A. 2016. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Mutu Minuman Instan dari Teh Kombucha. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 20(2), 1–8.
- Hardjanti, S. (2008). Potensi Daun Katuk Sebagai Sumber Zat Pewarna Alami Dan Stabilitasnya Selama Pengeringan Bubuk Dengan Menggunakan Binder Maltodekstrin. *Jurnal Penelitian Sainstek*, 13(1), 1–18.
- Hermanto, H., dan Fitriani, F. 2018. Pengaruh Lama Proses Fermentasi terhadap Kadar Asam Sianida (HCN) dan Kadar Protein Pada Kulit dan Daun Singkong. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 12(2), 169–180. <https://doi.org/10.26578/jrti.v12i2.4239>
- Husni, P., Fadhiilah, M. L., dan Hasanah, U. 2020. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Granul Instan Serbuk Kering Tangkai Genjer (*Limnocharis flava* (L.) Buchenau.) Sebagai Suplemen Penambah Serat. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 3(1), 1–8.
- Hutajulu, T. F., Hartanto, E. S., dan Subagja. 2008. Proses Ekstraksi Zat Warna Hijau Klorofil Alami untuk Pangan dan Karakteristiknya. *Jurnal Riset Industri*, 2(1), 44–55.
- Hutching, J. . 1999. Food Color and Appearance 2nd ed. In *A Chapman and Hall Food Science Book*. Aspen Publ.
- Kurniawan, M., ruf, W., dan Agustini, T. 2014. Pengaruh Penambahan Mgco₃ Dan Nahco₃ Dengan Perbedaan Pencahayaan Terhadap Stabilitas Pigmen Klorofil-a Mikroalga *Chlorella Vulgaris*. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(2), 25–33.
- Lydia, Widjanarko, S. B., dan Susanto, T. 2001. Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai. *Teknologi Pangan Dan Gizi*, 2(1), 1–16
- Malanggi, L., Sangi, M., dan Paendong, J. 2012. Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal MIPA*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.35799/jm.1.1.2012.423>
- Mulyawanti, I., dan Dewandari, K. T. 2010. Studi Penerapan HACCP pada Pengolahan Sari Buah Jeruk Siam. *Jurnal Standarisasi*, 12(1), 43–49.
- Nisa, A. 2021. Pembuatan Fruitghurt Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* L) dengan Metode Enkapsulasi. In *Reporsitory.Umsu*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Nugrahadi, M. R. 2017. *Perubahan Kadar Klorofil Ekstrak Daun Suji (dracaena angustifolia (medik.) roxb .) selama Pengolahan*. Institut Pertanian Bogor.
- Pratiwi, S. 2017. Kandungan Asam Sianida (HCN) pada Beberapa Varietas Daun Ketela Pohon (*Manihot esculenta* Crantz.). *Simki-Techsain*, 01(01), 1–7.
- Purba, R. A., Rusmalini, H., dan Nurminah, M. 2012. Studi Pembuatan Yoghurt Bengkuang Instan dengan Berbagai Konsentrasi Susu Bubuk dan Starter. *J. Rekayasa Pangan Dan Pert*, 1(1), 6–15.
- Rachmawati, W., dan Ramdanawati, L. 2020. *Pengembangan Klorofil Dari Daun Singkong Sebagai Pewarna Makanan Alami*. 3(1), 87–97.
- Ramadhani, D. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Putih Telur terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus)*. Universitas Pasundan, Bandung.
- 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.
- Retnaningsih, N., dan Tari, A. I. N. 2014. Analisis Minuman Instan Secang: Tinjauan Proporsi Putih Telur, Maltodekstrin, dan Kelayakan Usaha. *Jurnal Agrin*, 18(2), 129–147.

- SEAFAST. 2012. *Hijau Klorofil*. SEAFAST Center Institut Pertanian Bogor.
- Sunyoto, M., Andoyo, R., dan Firgianti, G. 2017. Kajian Penambahan Trikalsium Fosfat (TCP) pada Variasi Kelembaban Relatif (RH) yang Berbeda terhadap Pure Kering Ubi Jalar Instan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(4), 150–155.
- Winarti, S., dan Firdaus, A. 2010. Stabilitas Warna Merah Ekstrak Bunga Rosela Untuk Pewarna Makanan dan Minuman. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 87–93.
- Yenrina, R. 2015. Metode Analisis Bahan Pangan Dan Komponen Bioaktif. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Yudiono, K. 2011. Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* cv. ayamurasaki) dengan Teknik Ekstraksi Subcritical Water. *Teknologi Pangan*, 2(1), 1–30.
- Yuliawaty, S. T., dan Susanto, W. H. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 41–51.