

Pembuatan dan Karakteristik Minuman Fungsional Popping Boba dengan Ekstrak Bunga Rosella Merah (*Hibiscus sabdariffa L*)

Piterson Hao^{*)}, Reza Widyasaputra, Erista Adisetya

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi: haopiterson@gmail.com

ABSTRAK

Minuman fungsional *popping boba* merupakan produk inovatif yang dibuat menggunakan teknik *spherification*, yaitu metode untuk mengubah cairan menjadi bentuk bulat berlapis gel. Proses ini terjadi ketika natrium alginat dalam larutan bereaksi dengan ion kalsium dari kalsium laktat, sehingga terbentuk lapisan gel tipis yang membungkus cairan di dalamnya. Penelitian ini menggunakan ekstrak bunga rosella sebagai bahan utama yang dikombinasikan dengan natrium alginat dan kalsium laktat untuk membuat *popping boba*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi natrium alginat dan ekstrak bunga rosella terhadap karakteristik kualitas *popping boba* yang dihasilkan. Penelitian menggunakan Rancangan Blok Lengkap (RBL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak rosella (A) yang terdiri dari tiga taraf, yaitu A1 (2%), A2 (4%), dan A3 (6%). Faktor kedua adalah konsentrasi natrium alginat (B) yang terdiri dari tiga taraf, yaitu B1 (3%), B2 (4%), dan B3 (5%). Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, kadar abu, total perbedaan warna, pH, aktivitas antioksidan, dan kadar antosianin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel dengan perlakuan A2B1 memiliki kadar air tertinggi sebesar 91,17% dan aktivitas antioksidan terbaik sebesar 69,22%, sedangkan sampel dengan perlakuan A3B1 memiliki kadar abu tertinggi sebesar 2,60%.

Kata kunci : Ekstrak rosella., *popping boba*., natrium alginat., minuman fungsional

PENDAHULUAN

Industri pangan modern terus berkembang, salah satunya di sektor minuman fungsional yang sekarang semakin banyak diminati masyarakat. Minuman fungsional nggak cuma berfungsi buat menghilangkan rasa haus aja, tapi juga kasih manfaat kesehatan karena ada komponen bioaktif alami di dalamnya. Salah satu bahan alami yang punya potensi dikembangkan Salah satu bahan yang digunakan untuk membuat minuman fungsional adalah bunga rosella atau yang dalam bahasa ilmiahnya disebut *Hibiscus sabdariffa L* (Karismawati et al., 2015). Rosella dikenal kaya akan antosianin, vitamin C, senyawa fenolik, mineral, serta punya aktivitas antioksidan yang tinggi, sehingga bisa bantu mencegah penyakit degeneratif.

Pengembangan *popping boba* berbasis ekstrak rosella diharapkan bisa menghasilkan produk minuman fungsional yang nggak cuma menarik secara visual, tapi juga sehat dan disukai konsumen (Fauzan et al., 2017). Namun, pembentukan gel *popping boba* dipengaruhi sama konsentrasi natrium alginat dan kadar ekstrak rosella. Kombinasi yang nggak tepat bisa menghasilkan tekstur yang kurang optimal, warna kurang menarik, atau menurunnya stabilitas senyawa aktif.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian buat menentukan proporsi ekstrak rosella dan

natrium alginat yang tepat agar diperoleh karakteristik *popping boba* yang optimal secara kimia, fisik, dan sensoris.

Menurut (Winarti et al., 2015), proses spherification pakai Reaksi terjadi ketika natrium alginat dan ion kalsium saling bertemu, bagian luarnya membeku. Selain itu, metode spherification bikin bola (spherical) tanpa pemanasan, sehingga kandungan fenol dan zat gizi lainnya tetap aman (Herawati et al., 2019.).

Natrium alginat sama kalsium laktat sering dipakai untuk bikin minuman yang teksturnya kayak biji-bijian. Natrium alginat ini fungsinya sebagai pembentuk gel buat bikin partikel-partikelnya. Nah, yang menarik tuh natrium alginat ini bisa langsung mengental dan jadi gel kalau ketemu sama larutan kalsium. Hasilnya viskositas minumannya jadi naik

Studi ini fokus pada pembuatan *popping boba* minuman fungsional dengan bahan utama ekstrak rosella dan natrium alginat. Alasan penggunaan natrium alginat cukup jelas: menurut penelitian (Ode et al., 2018.), bahan ini punya tiga fungsi penting yaitu sebagai pengental, pengemulsi, dan pembentuk gel. Yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan tepat antara ekstrak rosella dengan natrium alginat sehingga menghasilkan minuman fungsional yang baik. ekstrak bunga rosella yang baik karakteristiknya.

Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Pembuatan dan Karakteristik Minuman Fungsional *Popping Boba* Dengan Ekstrak Bunga Rosella Merah (*Hibiscus Sabdariffa L*)". Penelitian ini pakai desain Rancangan Blok Lengkap (RBL) yang punya 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak rosella (A) dalam b/v, dibagi dalam tiga level: 2% untuk A1, 4% untuk A2, dan 6% untuk A3. Faktor kedua itu konsentrasi natrium alginat (B) juga b/v, dengan tiga level yaitu 3% (B1), 4% (B2), sama 5% (B3).

METODE PENELITIAN

1. Alat

Alat penelitian yang dibutuhkan antara lain baskom, sendok, pisau, cetakan setengah bulat, hand mixer, blender, kompor.

Adapun alat yang digunakan untuk analisis ialah crucible porselen 30 ml, tang crus, neraca analitis, oven, tanur, fritted crucible, fibertec, gelas ukur 500 ml.

2. Bahan

Bahan penelitian yang dibutuhkan antara lain bunga rosella, gula pasir, air. Adapun bahan yang digunakan untuk analisis ialah natrium alginat food grade, kalsium laktat food grade, asam sulfat 0,3 N, natrium hidroxida 1,5 N.

3. Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta selama ±1,5 bulan (1 Feb 2025 sampai 17 Maret 2025).

4. Rancangan Percobaan

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Blok Lengkap (RBL) faktorial 2 faktor: Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak rosella (A) b/v yang terdiri dari tiga taraf:

A1 = 2%

A2 = 4%

A3 = 6%

Faktor II adalah konsentrasi natrium alginat (B), b/v yang terdiri dari tiga taraf, yaitu:

B1 = 3%

B2 = 4%

B3 = 5%

Setiap perlakuan diulang dua kali, jadi total ada 18 unit percobaan (dari $3 \times 3 \times 2$). Data yang didapat dianalisis pakai analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$ dan 1% untuk lihat faktor mana yang berpengaruh. Nah, untuk perlakuan yang menunjukkan pengaruh nyata, dilakukan uji lanjut Duncan supaya bisa tahu perbedaan antar perlakuannya.

Tabel 1. Susunan Tata Letak Unit Eksperimen (TLUE)

Blok I			Blok II		
$A_3B_1^1$	$A_2B_2^2$	$A_1B_1^3$	$A_3B_1^1$	$A_2B_2^2$	$A_1B_1^3$
$A_1B_3^4$	$A_3B_3^5$	$A_2B_3^6$	$A_1B_3^4$	$A_3B_3^5$	$A_2B_3^6$
$A_3B_2^7$	$A_1B_2^8$	$A_2B_1^9$	$A_3B_2^7$	$A_1B_2^8$	$A_2B_1^9$

Keterangan :

- 1, 2, 3,n = Urutan eksperimental
A x B = Kombinasi taraf faktor
I dan II = Blok atau Ulangan

5. Prosedur Kerja Penelitian

a. Proses Pembuatan Ekstrak Rosella

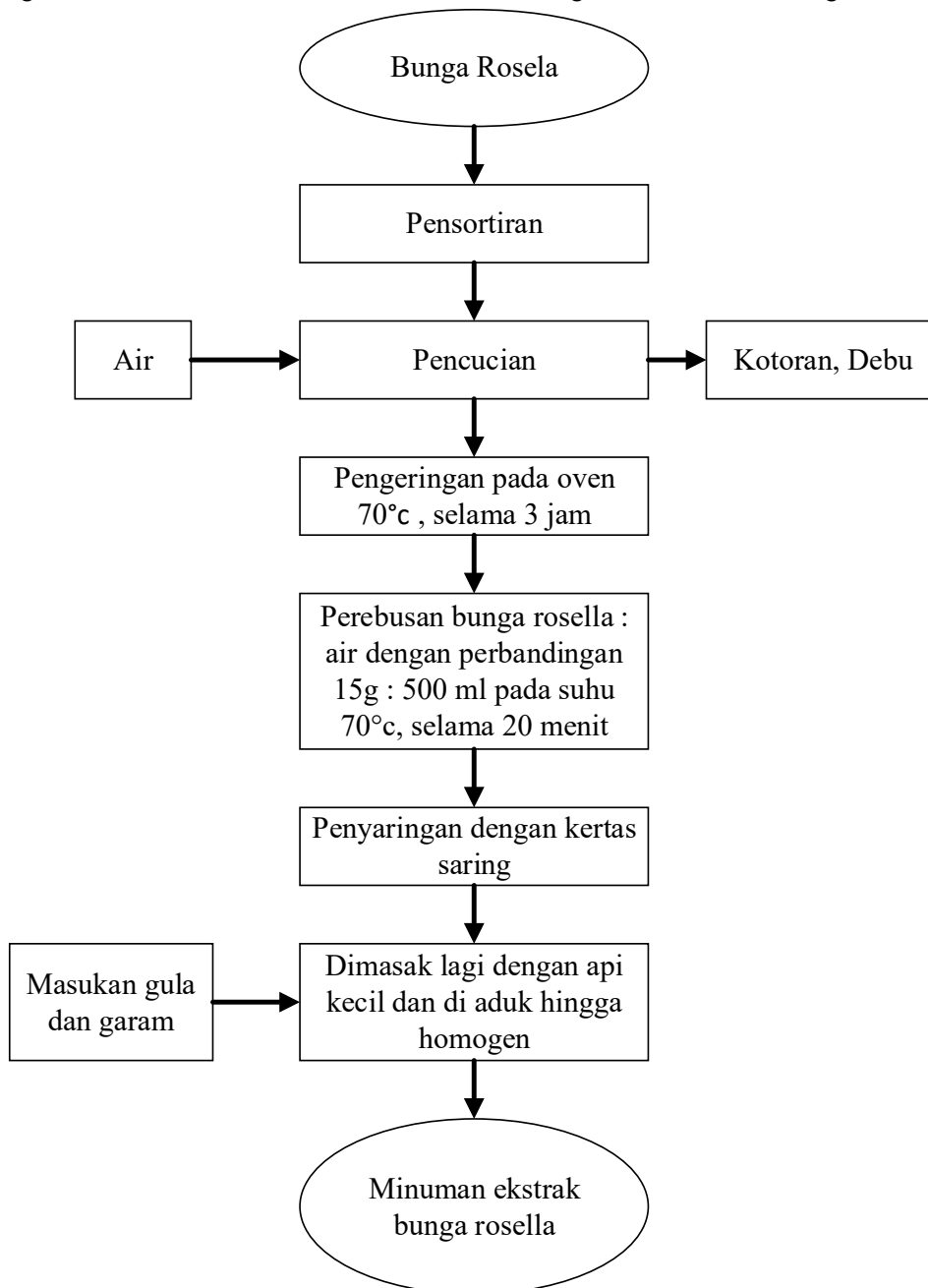
Pembuatan minuman fungsional ekstrak rosella dimulai dengan tahap sortasi bunga rosella yang sudah tua berwarna merah dan memisahkan kotoran serta daun yang busuk. Bunga yang sudah disortir kemudian dicuci/dibersihkan dengan air bersih untuk menghilangkan kontaminan yang masih menempel. Selanjutnya, bunga rosella dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama waktu yang telah ditentukan dalam kurun waktu 3 jam. Bunga rosella kering kemudian diekstraksi dengan cara direbus bersama air menggunakan perbandingan 15 g : 500 ml pada suhu 70°C selama 20 menit. Hasil rebusan disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh ekstrak bunga rosella. Ekstrak yang sudah disaring kemudian dimasak kembali dengan penambahan air dan dipanaskan dengan api kecil hingga mendidih. Gula dan garam ditambahkan ke dalam ekstrak dan dimasak hingga semua bahan tercampur homogen dan mendidih.

b. Proses Pembuatan *Popping Boba*

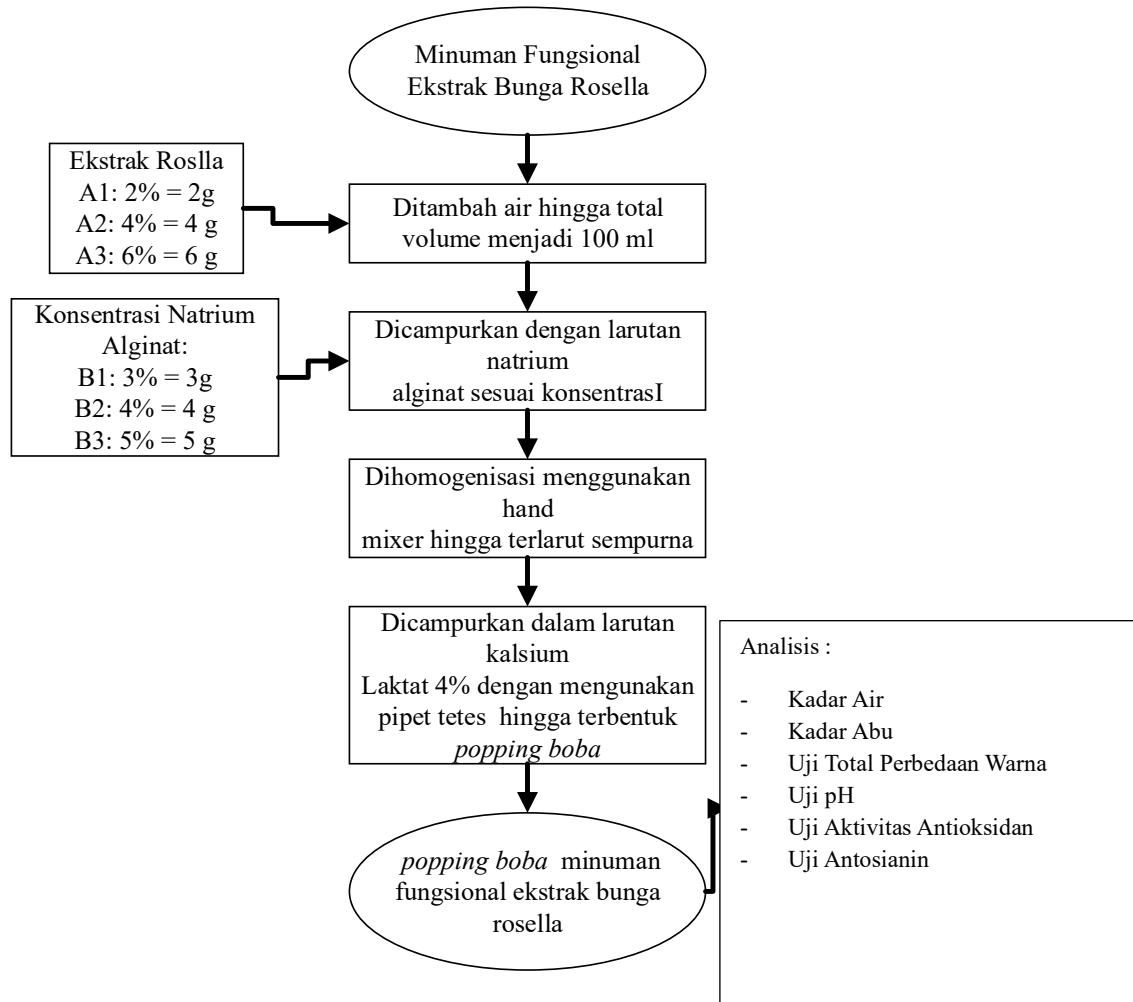
Proses pembuatan *popping boba* minuman yaitu dengan cara larutan minuman fungsional ekstrak rosella 2%, 4%, 6% ditambah natrium alginat dengan variasi konsentrasi 3%, 4% dan 5% dari total volume larutan. Campuran di homogenisasi menggunakan hand mixer hingga natrium alginat tersebut terlarut sempurna. Selanjutnya campuran minuman fungsional ekstrak rosella dimasukkan kedalam larutan kalsium laktat dengan melarutkannya didalam air dengan konsentrasi kalsium laktat sebanyak 4%. Lalu menggunakan pipet tetes untuk membentuk bola bola kecil (*popping boba*).

6. Diagram Air

a. Diagram alir Proses Pembuatan Minuman Fungsional Ekstrak Bunga Rosella



b. Diagram alir Pembuatan Popping Boba Minuman Fungsional Ekstrak Bunga Rosella



HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisa Pembuatan Minuman Fungsional *Popping Boba* Ekstrak Bunga Rosella Merah

1. Kadar Air

Data Tabel primer Hasil Uji Kadar Air pada pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Primer Hasil Analisa Kadar Air (%wb)

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata - Rata
	I	II		
B1				
A1	91.60	90.16	181.76	90.88
A2	90.84	91.50	182.34	91.17
A3	85.50	85.62	171.12	85.56
B2				
A1	90.08	92.16	182.24	91.12
A2	90.05	92.11	182.16	91.08
A3	87.02	87.58	174.6	87.30
B3				
A1	90.84	90.85	181.69	90.85
A2	88.55	88.89	177.44	88.72
A3	83.97	84.97	168.94	84.47

Dari data tabel diatas pada Tabel 2, tahap selanjutnya dilakukan analisa keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap analisis kadar air yang telah dilakukan. Hasil analisis keragaman bisa dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Analisa Keragaman Kadar Air

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	95.6179	47.8089	82.2972**	4.46	8.56
B	2	10.2709	5.1354	8.8400**	4.46	8.56
A x B	4	5.6886	1.4222	2.4481 ^{tn}	3.84	7.01
Blok	1	1.6140	1.6140			
Eror	8	4.6474	0.5809			
Total	17	117.8388	56.5615			

Keterangan : ** (Berpengaruh Sangat Nyata) tn (Tidak Nyata)

Tabel 3 menunjukkan kalau konsentrasi ekstrak rosella dan konsentrasi natrium alginat berpengaruh sangat nyata pada kadar air, sementara interaksi AxB tidak berpengaruh nyata. Selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda atau *Duncan* (JBD) agar dapat mengetahui perbedaan antara perlakuan yang telah dilakukan sebelumnya, perhitungan nilai menggunakan aplikasi Excel. Hasil Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) analisis kadar air pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat di Tabel 4

Tabel 4. Rerata Nilai Pengujian Kadar Air (%)

Konsentrasi Natrium Alginate	Konsentrasi Ekstrak Rosella			
	A1	A2	A3	Rerata B
B1	90.88	91.17	85.56	89.20 ^{xy}
B2	91.12	91.08	87.30	89.83 ^y
B3	90.85	88.72	84.47	88.01 ^x
Rerata A	90.95 ^q	90.32 ^{pq}	85.77 ^p	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf berbeda pada kolom maupun baris menunjukkan ada perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* di jenjang nyata 5%.

Kadar air yang memenuhi syarat sebagai *popping boba* berkisar antara 60% sampai 90%, tergantung pada jenis *popping boba* dan tujuan penyimpanannya, dan sangat penting untuk memastikan kualitas dan ketahanan *popping boba* selama penyimpanan. Kadar air yang terlalu tinggi bisa bikin *popping boba* rentan sama jamur, bakteri, dan serangga serta ningkatin risiko pembusukan dan penurunan mutu. Sebaliknya, kadar air yang terlalu rendah bisa bikin *popping boba* rapuh dan mudah pecah., yang dapat merusak penampilan dan nilai jualnya (Utami et al., 2021).

Kadar air tertinggi *popping boba* mencapai 91.17% pada perlakuan A2B1 (ekstrak rosella 4% dan natrium alginat 3%), sedangkan nilai terendah sebesar 84.47% ditemukan pada perlakuan A3B3 (Tabel 4). Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak rosella dan natrium alginat mempengaruhi kadar air produk.

Kadar air merupakan salah satu parameter penting yang menentukan mutu, tekstur, dan daya simpan produk pangan berbasis gel seperti *popping boba*. (Adinda et al., 2023) menyatakan bahwa antosianin dalam rosella dapat berikatan dengan polisakarida melalui ikatan hidrogen, yang memengaruhi daya ikat air. Peningkatan padatan terlarut pada konsentrasi ekstrak tinggi (A3) menurunkan kemampuan penyerapan air.

Peningkatan kadar air pada perlakuan tertentu diduga disebabkan oleh sifat hidrofilik dari polisakarida natrium alginat yang memiliki kemampuan mengikat molekul air melalui gugus karboksilatnya. natrium alginat memiliki kapasitas penyerapan air yang tinggi, sehingga meningkatkan kadar air total dalam sistem gel. Namun, pada konsentrasi natrium alginat yang terlalu tinggi (B3), kadar air cenderung menurun karena struktur gel yang terlalu rapat menghambat penyerapan air secara bebas ke dalam matriks boba (Karismawati et al., 2015). Sementara itu, pengaruh ekstrak rosella terhadap kadar air juga cukup signifikan. Kandungan senyawa bioaktif seperti antosianin, flavonoid, dan asam organik dalam ekstrak rosella dapat mempengaruhi interaksi air dalam matriks gel. Menurut (Widyaningsih et al., 2022), antosianin memiliki kemampuan berinteraksi dengan polisakarida melalui ikatan hidrogen yang dapat mempengaruhi daya ikat air. Pada konsentrasi ekstrak rosella yang tinggi (A3), kadar air menurun karena adanya peningkatan padatan terlarut yang menyebabkan penurunan kapasitas penyerapan air (Ode et al., 2018). Dengan demikian kadar air optimal pada A2B1 menunjukkan keseimbangan struktur gel yang baik antara ekstrak rosella dan natrium alginat, menghasilkan tekstur *popping boba* yang lembut dan sensasi meletus yang diinginkan konsumen. Hal ini mendukung rekomendasi penggunaan konsentrasi tersebut untuk formulasi optimum produk.

2. Kadar Abu

Data primer dari hasil analisa kadar abu pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Primer Pengujian Kadar Abu

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata - Rata
	I	II		
B1				
A1	2.23	2.19	4.41	2.20
A2	2.38	2.18	4.55	2.28
A3	2.66	2.55	5.20	2.60
B2				
A1	2.12	2.09	4.20	2.10
A2	2.21	2.01	4.21	2.11
A3	2.25	2.10	4.34	2.17
B3				
A1	2.20	2.12	4.32	2.16
A2	2.42	2.16	4.39	2.20
A3	2.54	2.21	4.67	2.34
Jumlah	20.72	19.60	40.32	20.16
Rerata	2.30	2.18	4.48	2.24

Dari hasil analisis data primer pada tabel 5, selanjutnya akan dilakukan analisis uji keragaman untuk mengetahui perbedaan/pengaruh perlakuan terhadap kadar abu yang telah dilakukan. Hasil analisis keragaman dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Keragaman Kadar Abu

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	0.1576	0.0788	25.3452**	4.46	8.56
B	2	0.1664	0.0832	26.7553**	4.46	8.56
A x B	4	0.0617	0.0154	4.9562*	3.84	7.01
Blok	1	0.0705	0.0705			
Eror	8	0.0249	0.0031			
Total	17	0.4810	0.2510			

Keterangan : ** (Berpengaruh Sangat Nyata) * (Berpengaruh Nyata)

Tabel 6 menunjukkan kalau konsentrasi ekstrak rosella dan konsentrasi natrium alginat sangat berpengaruh nyata terhadap kadar abu sementara interaksi AxB berpengaruh nyata. Selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) agar dapat mengetahui perbedaan antara perlakuan yang berpengaruh, perhitungannya pakai aplikasi Excel. Hasil Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) kadar abu pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat di Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Rerata Kadar Abu

Konsentrasi Natrium Alginat	Konsentrasi Ekstrak Rosella			
	A1	A2	A3	Rerata B
B1	2.21 ^{abc}	2.28 ^{bc}	2.60 ^d	2.36 ^z
B2	2.10 ^a	2.11 ^a	2.17 ^{ab}	2.13 ^x
B3	2.16 ^{ab}	2.20 ^{ab}	2.34 ^c	2.23 ^y
Rerata A	2.16 ^p	2.19 ^p	2.37 ^q	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan ada perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Constitution of the world organization et al., (2018) menyatakan bahwa standar abu yang ideal atau memenuhi syarat untuk *popping boba* minuman fungsional biasanya berkisar antara 2 hingga 5%, tergantung pada jenis produk dan tujuan produk. Abu adalah sisa bahan organik setelah pembakaran yang menunjukkan jumlah mineral yang ada dalam produk. Tingkat abu yang ideal memastikan bahwa minuman fungsional memiliki jumlah mineral yang diperlukan untuk manfaat kesehatan tanpa mengurangi rasa atau stabilitas produk. Selain mempengaruhi kualitas sensasi, kandungan abu yang berlebihan dapat menyebabkan masalah teknis selama proses produksi.

Ekstrak rosella pada level tinggi menyumbang mineral yang cukup banyak, sementara natrium alginat dengan konsentrasi tinggi membentuk matriks gel yang padat sehingga sebagian mineral terperangkap dan tetap tersisa setelah pengabuan (Ingrid et al., 2018).

Analisis kadar abu menunjukkan perlakuan A3B1 memiliki kadar abu 2,60%, yang berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya (table 7). Secara umum, peningkatan konsentrasi ekstrak rosella cenderung meningkatkan kadar abu, sementara pengaruh natrium alginat terhadap kadar abu terlihat tidak terlalu besar.

Kadar abu mencerminkan kandungan mineral yang memengaruhi sifat fisik dan stabilitas tekstur produk. Interaksi natrium alginat dengan mineral dari bahan lain dapat meningkatkan kestabilan gel (Utami et al., 2021). Peningkatan kadar abu pada perlakuan A3 diduga karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak rosella yang digunakan, semakin banyak pula mineral alami seperti kalsium, kalium, dan magnesium yang ikut terbawa ke dalam produk. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Pramesti et al., 2018.), yang menyebutkan bahwa kelopak rosella mengandung berbagai mineral penting yang dapat meningkatkan kadar abu pada produk olahan.

Selain itu, natrium alginat juga berperan terhadap pembentukan struktur gel yang dapat mempengaruhi distribusi mineral dalam matriks *popping boba*. natrium alginat bersifat ionik dan mampu berinteraksi dengan kation seperti kalsium, yang kemudian membentuk gel stabil. Namun, jika konsentrasinya terlalu tinggi, sebagian ion dapat terjebak dalam struktur gel yang rapat, sehingga kadar abu yang terukur bisa sedikit menurun. Nilai kadar abu ini mendukung struktur gel yang aman dan stabil, menggambarkan bahwa formula A3B1 menyediakan keseimbangan mineral yang cukup untuk mempertahankan kualitas *popping boba* selama penyimpanan. Penambahan bahan yang berbeda pada boba dapat secara signifikan mempengaruhi komposisi kimianya, termasuk kandungan mineral (Pramesti et al., 2018.). Konsentrasi natrium alginat berdampak pada karakteristik boba, dengan variasi konsentrasi mempengaruhi pembentukan gel (Pramesti et al., 2018).

3. Pengujian Total Perbedaan Warna

Data primer hasil analisa uji total perbedaan warna pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat di Tabel 8

Tabel 8. Data Primer Hasil Analisis Total Perbedaan Warna

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata - Rata
	I	II		
B1				
A1	49.80	49.05	98.85	49.425
A2	59.13	58.25	117.38	58.69
A3	48.47	59.82	108.29	54.15
B2				
A1	59.72	58.88	118.6	59.30
A2	53.20	53.94	107.14	53.57
A3	54.81	55.49	110.3	55.15
B3				
A1	66.87	65.78	132.65	66.33
A2	48.47	47.71	96.18	48.09
A3	60.66	61.48	122.14	61.07
Jumlah	501.13	510.400	1011.530	505.765
Rerata	55.68	56.71	112.39	56.20

Dari data primer di Tabel 8, kemudian dilakukan analisa keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap total perbedaan warna yang dihasilkan. Hasil analisis keragamannya dapat dilihat pada Tabel 9

Tabel 9. Hasil Analisis Keragaman Total Perbedaan Warna

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	75.1865	37.5933	4.8210*	4.46	8.56
B	2	58.6232	29.3116	3.7590 ^{tn}	4.46	8.56
A x B	4	398.1055	99.5264	12.7634**	3.84	7.01
Blok	1	4.7741	4.7741			
Error	8	62.3825	7.7978			
Total	17	599.0718	179.0031			

Keterangan : ** (Sangat berpengaruh nyata) tn (Tidak Berpengaruh Nyata)

Tabel 9 menunjukkan kalau konsentrasi ekstrak rosella berpengaruh nyata dan konsentrasi natrium alginat tidak berpengaruh Nyata terhadap total perbedaan warna sementara interaksi AxB berpengaruh Sangat Nyata. Selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) buat tahu perbedaan antar perlakuan yang berpengaruh, perhitungannya pakai aplikasi Excel. Hasil Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) total perbedaan warna pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat di Tabel 10

Tabel 10. Nilai Rerata Total Perbedaan Warna

Konsentrasi Natrium Alginat	Konsentrasi Ekstrak Rosella			
	A1	A2	A3	Rerata B
B1	49.43 ^{ab}	58.69 ^c	54.15 ^{abc}	54.09
B2	59.30 ^c	53.57 ^{abc}	55.15 ^d	56.01
B3	66.33 ^d	48.09 ^a	61.07 ^{bc}	58.50
Rerata A	53.45 ^p	56.79 ^{pq}	58.35 ^q	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom maupun baris menunjukkan ada perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Perlakuan A1B3 yang menunjukkan nilai 66.33% tertinggi mengindikasikan bahwa perlakuan ini menyebabkan perubahan warna paling besar pada sampel. A1B3 meningkat dapat terjadi akibat degradasi pigmen, oksidasi komponen warna, ataupun perubahan fisik yang memengaruhi pantulan cahaya. perubahan A1B3 secara signifikan sering terkait dengan penurunan stabilitas pigmen, terutama pada bahan pangan yang mengandung senyawa sensitif seperti antosianin atau karotenoid. Dengan demikian, perlakuan A1B3 diduga menghasilkan kondisi yang mempercepat perubahan pigmen tersebut.

Meningkatnya 66.33% pada perlakuan A1B3 konsentrasi alginat menunjukkan bahwa struktur gel yang lebih padat memengaruhi pantulan dan penyerapan cahaya oleh pigmen rosella. Alginat membentuk gel melalui ikatan ionik antara guluronat dengan ion Ca^{2+} , dan semakin tinggi konsentrasi alginat, semakin rapat jaringan gel yang terbentuk (Amperawati et al., 2019) Matriks gel yang terlalu rapat dapat memerangkap pigmen secara tidak merata, menimbulkan distorsi optik dan meningkatkan A1B3 (Pramesti et al., 2018.)

Interaksi antara antosianin rosella dan matriks alginat menjadi faktor penting dalam perubahan A1B3 66.33% (konsentrasi ekstrak rosella 2% dan konsentrasi natrium alginat 5%). Antosianin dapat berinteraksi melalui ikatan hidrogen, kompleksasi, atau entrapment fisik dalam gel, dan masing-masing mempengaruhi kestabilan warna. Selain itu, antosianin sering mengalami copigmentation, yang bergantung pada konsentrasi pigmen serta kondisi matriks (Pramesti et al., 2018.)

Oleh karena itu, kombinasi konsentrasi rosella dan alginat menentukan apakah perubahan warna akan semakin mencolok atau justru stabil. Data penelitian ini selaras dengan literatur yang menyebutkan kalau formulasi gel berbasis alginat sangat berpengaruh terhadap tampilan warna akhir produk.

4. Uji Tingkat Keasaman pH

Data primer hasil analisis uji pH pada pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Data Primer Hasil Analisis pH

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
B1				
A1	3.23	3.19	6.42	3.21
A2	3.19	3.21	6.40	3.20
A3	3.14	3.01	6.15	3.08
B2				
A1	3.16	3.17	6.33	3.17
A2	3.05	3.06	6.11	3.06
A3	3.03	3.06	6.09	3.05
B3				
A1	3.04	3.04	6.08	3.04
A2	2.92	2.86	5.78	2.89
A3	3.02	3.05	6.07	3.04

Dari hasil data primer pada Tabel 11, kemudian dilakukan Analisis Keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pH yang dihasilkan. Hasil analisis keragamannya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Analisis Keragaman pH

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	0.0312	0.0156	11.0491**	4.46	8.56
B	2	0.0908	0.0454	32.1257**	4.46	8.56
Ax B	4	0.0382	0.0095	6.7466*	3.84	7.01
Blok	1	0.0009	0.0009			
Eror	8	0.0113	0.0014			
Total	17	0.1725	0.0729			

Keterangan : ** (Berpengaruh Sangat Nyata) * (Berpengaruh Nyata)

Tabel 12 menunjukkan kalau konsentrasi ekstrak rosella dan konsentrasi natrium alginat berpengaruh sangat nyata terhadap pH sementara interaksi AxB berpengaruh nyata. Selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) buat tahu perbedaan antar perlakuan yang berpengaruh, perhitungannya pakai aplikasi Excel. Hasil Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) pH pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat di Tabel 13.

Tabel 13. Rata-rata Hasil Uji pH

Konsentrasi Natrium Alginat	Konsentrasi Ekstrak Rosella			
	A1	A2	A3	Rerata B
B1	3.21 ^f	3.20 ^e	3.08 ^c	3.16 ^x
B2	3.17 ^d	3.06 ^c	3.05 ^c	3.09 ^x
B3	3.04 ^c	2.89 ^a	3.04 ^b	2.99 ^x
Rerata A	3.14 ^p	3.05 ^p	3.05 ^p	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom maupun baris menunjukkan ada perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Hasil pengukuran pH nunjuki nilai antara 2,89–3,21 di seluruh kombinasi perlakuan. Secara umum, peningkatan konsentrasi ekstrak rosella menyebabkan penurunan pH, sedangkan natrium alginat cenderung stabilkan pH. Ini terjadi karena rosella ada berbagai asam organik, terutama asam sitrat, asam malat, sama hibiscus acid, yang berperan ningkatin keasaman produk (Amperawati et al., 2019) Kandungan asamnya ini emang tinggi di kelopak bunga rosella, jadi semakin besar konsentrasinya, pH semakin menurun (Cisse et al., 2009). Sementara itu, natrium alginat adalah garam dari asam alginat yang memiliki efek penyangga dan dapat menstabilkan pH melalui mekanisme pengikatan ion dalam matriks gel (Amperawati et al., 2019).

Data uji pH pembuatan minuman fungsional *popping boba* menunjukkan nilai tertinggi sebesar 3.21% pada perlakuan A1B1 (konsentrasi ekstrak rosella 2% dan natrium alginat 3%) (Tabel 15). Rentang pH ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan produk yang bersifat asam, yang merupakan karakteristik khas dari minuman berbasis ekstrak bunga rosella. Kondisi asam itu datang dari kandungan asam organik alami kayak asam sitrat, asam malat, dan hibiscus acid yang ada di kelopak bunga rosella (Pramesti et al., 2018.)

Pada perlakuan A1B1 konsentrasi ekstrak rosella 2% dan natrium alginat 3% memberikan pengaruh signifikan terhadap pH akhir produk, namun menunjukkan kecenderungan penurunan pH pada perlakuan tertentu. Penurunan pH pada beberapa

perlakuan dapat disebabkan oleh reaksi degradasi senyawa bioaktif atau terbentuknya asam selama proses pengolahan dan penyimpanan, misalnya akibat hidrolisis antosianin atau pembentukan asam organik sekunder. Hal ini sejalan sama pendapat (Sitoresmi et al., 2016) bahwa antosianin pada rosella lebih stabil dan punya warna merah cerah di kondisi asam ($\text{pH} < 3,5$), sedangkan pada pH yang lebih tinggi struktur antosianin mengalami perubahan menjadi bentuk kuinoidal yang kurang stabil dan menyebabkan perubahan warna ke arah ungu atau biru.

pH yang relatif rendah membantu mempertahankan warna merah khas rosella sekaligus menjaga aktivitas antioksidan dalam produk popping boba (Sitoresmi et al., 2016) pH yang didapat dari penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi *popping boba* dari ekstrak rosella berada pada rentang pH ideal (3,0–3,2) untuk menjaga keseimbangan antara stabilitas warna, aktivitas fungsional, dan tekstur gel. Kondisi pH ini juga memberikan efek pengawetan alami karena menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, sehingga meningkatkan umur simpan minuman fungsional tersebut.

5. Pengujian Aktivitas Antioksidan

Data primer hasil analisa aktivitas antioksidan pada pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah dapat dilihat di Tabel 14.

Tabel 14. Data Primer Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan (%)

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata - Rata
	I	II		
B1				
A1	42.77	43.57	86.34	43.17
A2	67.17	71.27	138.44	69.22
A3	58.78	62.80	121.58	60.79
B2				
A1	51.48	57.14	108.62	54.31
A2	54.87	61.29	116.16	58.08
A3	58.77	62.68	121.45	60.73
B3				
A1	45.48	42.86	88.34	44.17
A2	48.64	56.21	104.85	52.43
A3	53.78	61.58	115.36	57.68
Jumlah	481.74	519.400	1001.140	500.570
Rerata	53.53	57.71	111.24	55.62

Dari data primer di Tabel 14, kemudian dilakukan analisa keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap antioksidan yang dihasilkan. Hasil analisis keragamannya dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Analisis Keragaman terhadap Aktivitas Antioksidan

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	635.4697	317.7348	56.7551**	4.46	8.56
B	2	158.2997	79.1499	14.1381**	4.46	8.56
A x B	4	298.3791	74.5948	13.3244**	3.84	7.01
Blok	1	78.7931	78.7931			
Eror	8	44.7868	5.5984			
Total	17	1215.7284	555.8709			

Keterangan : ** (Berpengaruh Sangat Nyata) *(Berpengaruh Nyata)

Tabel 15 menunjukkan kalau konsentrasi ekstrak rosella dan konsentrasi natrium alginat berpengaruh sangat nyata terhadap aktivitas antioksidan sementara interaksi AxB juga berpengaruh sangat nyata. Selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) buat tahu perbedaan antar perlakuan yang berpengaruh, perhitungannya pakai aplikasi Excel. Hasil Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) aktivitas antioksidan pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat di Tabel 16.

Tabel 16. Rata-rata Hasil Uji Aktivitas Antioksidan (%)

Konsentrasi Natrium Alginate	Konsentrasi Ekstrak Rosella			
	A1	A2	A3	Rerata B
B1	43.17 ^a	69.22 ^d	60.79 ^c	57.73 ^y
B2	54.31 ^b	58.08 ^{bc}	60.73 ^c	57.71 ^{xy}
B3	44.17 ^a	52.43 ^b	57.68 ^{bc}	51.43 ^x
Rerata A	47.22 ^p	59.91 ^q	59.73 ^{pq}	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom maupun baris menunjukkan ada perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Dari tabel 18 menunjukkan bahwa walaupun konsentrasi ekstrak pada A3B3 paling tinggi, aktivitas antioksidannya bisa lebih rendah dibanding perlakuan seperti A2B1 karena proses pembentukan gel dengan Sodium alginate pada konsentrasi tinggi membentuk matriks gel yang padat. Struktur gel yang rapat ini membatasi pelepasan senyawa polifenol/antosianin aktif sehingga meskipun jumlahnya banyak, efisiensi antioksidan dalam uji radikal (misalnya DPPH) menurun (Adinda et al., 2023). Selain itu, konsentrasi rosella terlalu tinggi kadang menyebabkan kejenuhan atau degradasi sebagian senyawa aktif, sehingga peningkatan kuantitas tidak selalu diikuti oleh peningkatan aktivitas (Inggrid et al., 2018). Oleh karena itu kombinasi rosella tinggi dan alginat tinggi belum tentu menghasilkan aktivitas antioksidan maksimal

Aktivitas antioksidan tertinggi dicapai pada perlakuan A2B1 sebesar 69.22%, menunjukkan daya tangkap radikal bebas yang baik. antioksidan yang tinggi pada produk ini disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif alami dari ekstrak rosella, terutama antosianin, flavonoid, dan asam fenolat. Senyawa-senyawa tersebut bekerja dengan cara menyumbangkan atom hidrogen atau elektron untuk menetralkan radikal bebas, sehingga dapat mencegah reaksi oksidatif yang merusak komponen sel (Adinda et al., 2023).

Ekstrak rosella kaya akan senyawa fenolik dan antosianin yang bertanggung jawab atas aktivitas antioksidan. Penambahan natrium alginat tidak mengurangi efek ini secara signifikan. Menurut penelitian (Adinda et al., 2023), ekstrak rosella memiliki aktivitas antioksidan yang kuat karena kandungan antosianin sebesar 1–2% berat kering dan fenolik total mencapai 4–6 mg GAE/g ekstrak. Nilai aktivitas antioksidan rosella umumnya berkisar

antara 60–80% inhibisi pada konsentrasi 100–200 µg/mL, tergantung kondisi ekstraksi dan penyimpanan. Hasil penelitian ini yang menunjukkan nilai rata-rata 56,29% berada dalam kisaran tersebut, menandakan bahwa *popping boba* berbasis rosella mampu mempertahankan sebagian besar potensi antioksidan alaminya meskipun telah melalui proses formulasi dan pemanasan ringan.

Kemampuan antioksidan dalam suatu produk minuman fungsional sangat penting karena berperan dalam menangkal radikal bebas, menghambat oksidasi lipid, serta mencegah penurunan kualitas warna dan rasa selama penyimpanan. Aktivitas antioksidan yang tinggi juga berkontribusi terhadap manfaat fisiologis bagi konsumen, seperti mengurangi risiko stres oksidatif dan memperbaiki sistem imun. Berdasarkan standar umum, minuman fungsional dikategorikan punya aktivitas antioksidan yang bagus kalau nilai inhibisi DPPH melebihi 50% (Sitoresmi et al., 2016). Oleh karena itu, Tingginya aktivitas antioksidan menandakan potensi produk sebagai minuman fungsional yang dapat memberikan manfaat kesehatan, sehingga perlakuan ini berpeluang besar diterima pasar.

6. Pengujian Kadar Total Antosianin

Data primer hasil analisa uji total Antosianin pada pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat dari Tabel 17.

Tabel 17. Data Primer Pengujian Total Antosianin (mg/g)

Perlakuan	Blok		Jumlah	Rata - Rata
	I	II		
B1				
A1	20.03	23.54	43.57	21.78
A2	19.70	23.54	43.24	21.62
A3	19.87	23.21	43.08	21.54
B2				
A1	19.83	23.37	43.20	21.60
A2	19.70	23.54	43.24	21.62
A3	19.37	22.71	42.08	21.04
B3				
A1	18.70	21.87	40.57	20.29
A2	19.03	22.37	41.40	20.70
A3	18.36	21.70	40.06	20.03

Dari data primer di Tabel 17, kemudian dilakukan analisa keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap total antosianin yang dihasilkan. Hasil analisis keragamannya dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Analisis Keragaman terhadap Total Antosianin

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
A	2	0.6590	0.3295	12.0416**	4.46	8.56
B	2	5.8765	2.9382	107.3820**	4.46	8.56
A x B	4	0.2945	0.0736	2.6906tn	3.84	7.01
Blok	1	54.2882	54.2882			
Eror	8	0.2189	0.0274			
Total	17	61.3370	57.6569			

Keterangan : ** (Berpengaruh Sangat Nyata) tn (Tidak Berpengaruh Nyata)

Tabel 18 menunjukkan kalau konsentrasi ekstrak rosella dan konsentrasi natrium alginat berpengaruh sangat nyata terhadap total antosianin sementara interaksi AxB nggak berpengaruh nyata. Selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) buat tahu perbedaan antar perlakuan yang berpengaruh, perhitungannya pakai aplikasi Excel. Hasil Uji Jarak Berganda *Duncan* (JBD) total antosianin pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah bisa dilihat di Tabel 21.

Tabel 19. Rata-rata Hasil Uji Total Antosianin

Konsentrasi Natrium Alginat	Konsentrasi Ekstrak Rosella			
	A1	A2	A3	Rerata B
B1	21.79	21.62	21.54	20.34 ^x
B2	21.60	21.62	21.04	21.42 ^y
B3	20.29	20.70	20.03	21.65 ^y
Rerata A	20.87 ^P	21.22 ^q	21.31 ^q	

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom maupun baris menunjukkan ada perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Pengujian kandungan total antosianin pada ekstrak rosella dan produk *popping boba* sangat krusial karena ia adalah senyawa bioaktif utama yang menentukan kualitas fungsional dan sensorik. Antosianin bertanggung jawab atas aktivitas antioksidan yang kuat (Amperawati et al., 2019) dan memberikan pigmen merah alami pada produk, indikator utama nilai kesehatan dan daya tarik visual.

Pada tabel 21 kita bisa melihat bahwa nilai tertinggi terdapat pada A1B1 sebesar 21,79mg/g (konsentrasi ekstrak rosella 2% dan konsentrasi natrium alginate 3%) hal ini disebabkan oleh Konsentrasi natrium alginat terendah (3%) menghasilkan efek penyangga paling sedikit (Amperawati et al., 2019). Ini memungkinkan pH matriks tetap paling asam, menjaga antosianin dalam bentuk kation flavilium yang paling stabil, meskipun konsentrasi ekstrak rosella rendah. Dan nilai terendah pada A3B3 20,03mg/g (konsentrasi ekstrak rosella 6% dan konsentrasi natrium alginat 5%) di sebabkan karna adanya konflik antara konsentrasi ekstrak tertinggi dan konsentrasi alginat tertinggi. Efek penyangga pH maksimum dari natrium alginat 5% secara signifikan menghambat penurunan pH yang disebabkan oleh ekstrak rosella 6%. pH yang relatif tinggi pada kombinasi ini menyebabkan degradasi antosianin terbesar, mengubahnya menjadi bentuk tidak berwarna, sehingga menghasilkan nilai terendah.

Peningkatan konsentrasi ekstrak rosella tidak menghasilkan peningkatan linear pada total antosianin terukur. Fenomena ini terkait erat dengan dinamika pH dan stabilitas pigmen Rosella secara alami kaya akan asam organik (seperti asam sitrat), sehingga peningkatan konsentrasi ekstrak secara inheren akan menurunkan nilai pH total produk dengan menambahkan ion H⁺ ke dalam matriks (Amperawati et al., 2019). pH rendah ini ideal untuk stabilitas antosianin, yang ada dalam bentuk kation flavilium yang stabil dan berwarna merah. Namun, penurunan total antosianin yang signifikan terlihat seiring peningkatan konsentrasi natrium alginate. Meskipun ekstrak rosella bersifat asam, natrium alginate polimer dengan pH mendekati netral akan bertindak sebagai penyangga yang menghambat efek pengasaman lebih lanjut dari ekstrak rosella, sehingga menjaga pH relatif lebih tinggi daripada yang seharusnya dicapai oleh konsentrasi ekstrak murni (Amperawati et al., 2019) Kondisi pH yang sedikit lebih tinggi akibat efek penyangga alginat ini mendorong konversi pigmen ke bentuk karbinol pseudobase atau kalkon yang tidak berwarna dan terdegradasi (Amperawati et al., 2019). Degradasi ini tidak hanya menyebabkan *popping boba* memiliki warna yang lebih pudar, tetapi juga menurunkan nilai fungsionalnya aktivitas antioksidan.

Dengan demikian, perlakuan A1B1 (konsentrasi ekstrak rosella 2% dan konsentrasi natrium alginate 3%) yang menghasilkan total antosianin tertinggi (21.79mg/g) menghasilkan *Popping Boba* dengan kualitas warna dan potensi antioksidan terbaik karena kombinasi konsentrasi alginat terendah mampu meminimalkan efek penyangga terhadap pH rendah yang dibutuhkan pigmen.

KESIMPULAN

Dari data hasil yang didapatkan dan pembahasan dalam penelitian ini, dapat di tarik kesimpulan yaitu konsentrasi ekstrak rosella dan natrium alginat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap beberapa parameter, yaitu kadar air, kadar abu, pH, aktivitas antioksidan, kadar antosianin, serta tingkat kesukaan terhadap rasa dan aroma pada pembuatan minuman fungsional *popping boba* ekstrak bunga rosella merah. Sementara itu, konsentrasi natrium alginat tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap total perbedaan warna dan tingkat kesukaan warna. Hasil penelitian juga menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara konsentrasi ekstrak rosella dan natrium alginat pada parameter kadar abu, total perbedaan warna, pH, aktivitas antioksidan.

SARAN

1. Menggunakan perbandingan konsentrasi ekstrak rosella dan natrium alginat yang seimbang agar formulasi lebih efisien.
2. Memperhatikan aspek organoleptik, khususnya rasa, aroma, tekstur, dan warna yang paling disukai panelis. Hal ini dapat dijadikan acuan untuk menentukan formulasi yang sesuai dengan selera konsumen.
3. Mencari kombinasi optimal berdasarkan preferensi organoleptik. Dengan mempertimbangkan preferensi responden, perlu dilakukan eksplorasi terhadap kombinasi konsentrasi natrium alginat dan kalsium laktat yang menghasilkan rasa, aroma, tekstur, dan warna terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, A. A., Limanan, D., & Ferdinal, F. (2023). *EKSTRAK BUNGA ROSELLA (HIBISCUS SABDARIFFA): UJI FITOKIMIA, TOTAL ANTIOKSIDAN, DAN KADAR FENOLIK TOTAL*. 4(3).
- Amperawati, S., Hastuti, P., Pranoto, Y., & Santoso, U. (2019). Efektifitas Frekuensi Ekstraksi Serta Pengaruh Suhu dan Cahaya Terhadap Antosianin dan Daya Antioksidan Ekstrak Kelopak Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(1). <https://doi.org/10.17728/jatp.3527>
- Fauzan, R. D., Yulianto, A., Usman, A. N., & Fauzi, A. (n.d.). *Pemanfaatan Tanaman Rosella (Hibiscus sadbariffa L.) sebagai Upaya dalam Meningkatkan Kesejahteraan dan Ekonomi Masyarakat Desa Sumberdem, Wonosari, Malang* (Vol. 10, Issue 1, pp. 2745–4223). <https://jurnal.uns.ac.id/jurnal-semar>
- Herawati, N., & Windrati, W. S. (n.d.). *PEMBUATAN MINUMAN FUNGSIONAL BERBASIS EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (Hylocereus polyrhizus), ROSELA (Hibiscus sabdariffa L.) DAN BUAH SALAM (Syzygium polyanthum wigh walp)*.
- Ingrid, M., Hartanto, Y., Jesslyn, D., & Widjaja, F. (2018a). Karakteristik Antioksidan pada Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn.). *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(3).
- Ode, A. J., Savitri, I. K. E., & Lewerissa, D. S. (n.d.-a). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan KARAKTERISTIK BOBA DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* CHARACTERISTICS OF BOBA WITH THE ADDITION OF SEAWEED *Eucheuma cottonii* FLOUR*.

- Pramesti, K. D., Purwani, E., Si, S., & Si, M. (n.d.). *KADAR SERAT, KADAR AIR DAN AKTIVITAS AIR NATA DE COCO YANG DITAMBAHKAN BUNGA ROSELLA (Hibiscus sabdariffa L.) BERDASARKAN LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA.*
- Karismawati, A., Nurhasanah, N., & Dewanti Widyaningsih, T. (2015). *PENGARUH MINUMAN FUNGSIONAL JELLY DRINK KULIT BUAH NAGA MERAH DAN ROSELLA TERHADAP STRES OKSIDATIF Effect of Functional Beverage Jelly Drink Red Dragon Fruit Peel And Rosella Oxidative Stress Condition* (Vol. 3, Issue 2).
- Sitoesmi, I., Purbowati, M., Syamsu, K., Warsiki, E., Sri, H., Pertanian, J. T., Pertanian, F., Soedirman, J., Teknologi, J., Pertanian, I., & Pertanian, F. T. (2016). STABILITAS SENYAWA FENOLIK DALAM EKSTRAK DAN NANOKAPSUL KELOPAK BUNGA ROSELLA PADA BERBAGAI VARIASI PH, SUHU DAN WAKTU. In *AGROINTEK* (Vol. 10, Issue 1).
- Utami, M. N., Fauziah, A., & Puspareni, L. D. (2021a). Pengaruh minuman popping boba terong belanda dengan ekstrak teh hijau terhadap tes toleransi glukosa oral. *ARGIPA (Arsip Gizi Dan Pangan)*, 6(2), 83–94. <https://doi.org/10.22236/argipa.v6i2.6630>
- Widyaningsih, T. D., Alif Nugroho, M. F., & Ulilalbab, A. (2022). Optimasi Formula Wedang Uwuh Berbasis Rosella Merah sebagai Minuman Fungsional. *Amerta Nutrition*, 6(1), 53. <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i1.2022.53-62>
- Winarti, S., dan Dina Setyabudi Usman, Pangan, J. T., Industri, F. T., Timur, J., & Surabaya, J. R. R. M. (2015). KARAKTERISTIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN ROSELA KERING (*Hibiscus sabdariffa L.*). In *J.REKAPANGAN* (Vol. 9, Issue 2).