E-ISSN: 2685-8959 P-ISSN: 2685-8967
Journal of Research and Education Chemistry (JREC)
http://journal.uir.ac.id/index.php/jrec

Pengaruh Variasi Konsentrasi Gum Arabic Dan Gliserol Terhadap Karakteristik Tinta Alami Kombinasi Ekstrak Tomat Dan Wortel

Izzatunnisa Umniyati[1*], Heribertus Rudi Kusumantoro[2], Rachmah Nanda Kartika[3]
Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3 Dimensi/Teknik Grafika dan Penerbitan/Politeknik Negeri Jakarta
*Corresponding author.
*Email: tunnisaizza463@gmail.com

Abstrak

Tinta alami merupakan tinta berbahan sumber hayati, terutama tumbuhan atau hewan, sebagai komponen pewarna. Tinta alami berkembang sebagai alternatif ramah lingkungan untuk menggantikan tinta sintetis, khususnya dalam percetakan cetak saring. Ekstrak tomat dan wortel mengandung pigmen likopen dan β-karoten yang berpotensi sebagai pewarna alami. Namun, penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada ekstraksi pigmen dan belum banyak mengkaji optimasi formulasi tinta, khususnya penggunaan gum arabic sebagai binder dan gliserol sebagai plasticizer. Hal ini menunjukkan adanya *research gap* terkait pengaruh variasi konsentrasi kedua bahan terhadap karakteristik tinta alami. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi konsentrasi gum arabic dan gliserol terhadap karakteristik tinta alami berbasis kombinasi ekstrak tomat dan wortel untuk cetak pada media kertas. Penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan variasi gum arabic 5%, 10%, dan 15% serta gliserol 0% dan 5%. Parameter pengujian meliputi pH, *solid content*, warna CIE L*a*b*, densitas, dan *lightfastness*. Hasil menunjukkan nilai pH tinta berada pada rentang 4,83–5,52. Formulasi gum arabic 15% menghasilkan rata-rata *solid content* tertinggi sebesar 57,45% dan nilai ΔE terendah sebesar 14,58% setelah paparan cahaya. Berdasarkan hasil pengujian, formulasi gum arabic 15% dan gliserol 5% menunjukkan karakteristik paling sesuai berdasarkan kombinasi *solid content* dan kestabilan warna.

Kata kunci : Tinta Alami, Ekstrak Pigmen, Gum Arabic, Gliserol, Cetak Saring

Abstract

Natural ink is an environmentally friendly alternative to synthetic ink, particularly for printing applications. Tomato and carrot extracts contain lycopene and β-carotene, which have potential as natural colorants. However, the application of these pigments in ink formulations still requires appropriate additives to improve their characteristics and stability. This study aimed to analyze the effect of gum arabic and glycerol concentrations on the characteristics of natural ink based on combined tomato and carrot extracts for screen printing on kraft paper. Six formulations were prepared using gum arabic concentrations of 5%, 10%, and 15% and glycerol concentrations of 0% and 5%. The tested parameters included pH, solid content, CIE Lab, density, and lightfastness. The results showed that pH ranged from 4.83–5.52, with glycerol significantly affecting pH, while gum arabic had no significant effect. Both gum arabic and glycerol significantly affected solid content, with 15% gum arabic producing the highest value (57.45%). Both factors also significantly affected ΔE, with 15% gum arabic producing the lowest value (14.58%). Density changes were not significantly affected by either factor. Overall, the formulation with 15% gum arabic and 5% glycerol showed the most suitable characteristics based on solid content and color stability.*

Keywords : Natural Ink, Pigment Extract, Gum Arabic, Glycerol, Screen Printing

Pendahuluan

Tinta merupakan komponen penting dalam industri percetakan yang berfungsi sebagai media penyampai informasi visual pada berbagai substrat, termasuk kertas. Salah satu teknik cetak yang banyak digunakan adalah screen printing karena memiliki fleksibilitas tinggi dan mampu menghasilkan lapisan tinta yang relatif tebal pada permukaan media cetak (Muryeti, 2021). Namun, penggunaan tinta sintetis berbasis bahan kimia berpotensi memberikan dampak terhadap lingkungan sehingga pengembangan tinta berbasis bahan alami mulai banyak dikaji sebagai alternatif tinta ramah lingkungan (Aydemir & Özsoy, 2021).

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah dan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pewarna alami, salah satunya tomat (*Solanum lycopersicum* L) dan wortel (*Daucus carota* L). Kedua bahan tersebut mengandung pigmen karotenoid berupa likopen dan β-karoten yang berpotensi digunakan sebagai pewarna alami pada formulasi tinta (Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), 2023). Karotenoid diketahui memiliki karakteristik warna merah hingga oranye, berasal dari sumber hayati yang dapat diperbaharui, serta memiliki potensi sebagai pigmen alami pada berbagai aplikasi industri (Maoka, 2020).

Likopen merupakan pigmen karotenoid berwarna merah yang terkandung dalam tomat, sedangkan β-karoten merupakan pigmen berwarna kuning-oranye yang banyak ditemukan pada wortel (Khamis et al., 2017; Kiełkowska & Kiszczak, 2023). Tomat dan wortel dipilih sebagai sumber pigmen karena keduanya memiliki jenis karotenoid yang berbeda dengan karakteristik warna yang saling melengkapi. Likopen memberikan kontribusi warna merah, sedangkan β-karoten memberikan kontribusi warna kuning-oranye, sehingga kombinasi keduanya berpotensi menghasilkan karakteristik warna jingga yang sesuai untuk pengembangan tinta alami. Pemilihan kedua bahan tersebut juga memungkinkan pemanfaatan dua sumber pigmen karotenoid dalam satu formulasi sehingga karakteristik warna yang dihasilkan dapat dikaji berdasarkan komposisi formulasi tinta. Selain itu, kandungan karotenoid pada tomat dan wortel memiliki sifat antioksidan yang berpotensi membantu menghambat degradasi oksidatif pigmen (Maong et al., 2016). Penggunaan pelarut etanol dalam proses ekstraksi juga diketahui mampu menghasilkan ekstrak pigmen dengan karakteristik warna yang baik (Naviglio et al., 2019; Pauzan et al., 2023).

Penelitian mengenai pigmen alami telah berkembang dengan memanfaatkan berbagai sumber tanaman sebagai bahan pewarna untuk aplikasi pencetakan. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa ekstrak alami dapat diformulasikan menjadi tinta untuk aplikasi *screen printing* dengan variasi konsentrasi ekstrak dan penggunaan binder untuk membantu menghasilkan lapisan warna pada media cetak. Evaluasi tinta juga dilakukan berdasarkan karakteristik warna dan ketahanan terhadap cahaya, yang menunjukkan bahwa formulasi dan kondisi pencetakan merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas hasil cetak (Klančnik, 2024). Penelitian lain mengenai tinta *screen printing* berbasis ekstrak kulit buah naga merah juga menunjukkan bahwa *solid content* merupakan salah satu karakteristik penting dalam mengevaluasi kualitas tinta (Ramadhan et al., n.d.). Penelitian pembuatan tinta *screen printing* berbasis ekstrak buah bit juga menunjukkan potensi bahan nabati sebagai sumber pewarna alami untuk aplikasi cetak (Aulia Dwi Putri, 2021).

Dalam formulasi tinta alami, karakteristik bahan penyusun perlu dipertimbangkan karena dapat memengaruhi sifat alir, kestabilan, dan kualitas hasil cetak. Gum arabic berperan sebagai bahan pengikat yang membantu mempertahankan dispersi pigmen dan membentuk lapisan tinta pada media cetak. Peningkatan konsentrasi gum arabic dapat meningkatkan jumlah komponen padat dan interaksi antarkomponen dalam sistem tinta, sehingga berpotensi memengaruhi kekentalan dan kemampuan tinta mengalir selama proses pencetakan. Kondisi tersebut penting dalam *screen printing* karena tinta perlu memiliki kemampuan mengalir melalui screen sekaligus mempertahankan pigmen agar tetap terdispersi secara merata pada media cetak (Homann et al., 2024). Sementara itu, gliserol berfungsi sebagai humektan dan *plasticizer* yang membantu mempertahankan kelembapan serta fleksibilitas lapisan tinta setelah pengeringan. Keberadaan gliserol dapat memengaruhi keseimbangan komponen cair dan padat dalam formulasi, sehingga perubahan konsentrasinya berpotensi memengaruhi sifat alir, proses pembentukan lapisan, dan kestabilan warna tinta. Interaksi antara binder, plasticizer, dan pigmen tersebut pada akhirnya dapat memengaruhi karakteristik tinta serta kualitas hasil cetak. Penambahan natrium benzoat digunakan sebagai bahan pengawet untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan membantu menjaga kestabilan formulasi selama penyimpanan (Hasyimiyyah et al., 2025). Dengan demikian, pemilihan

dan variasi konsentrasi bahan formulasi menjadi aspek penting untuk memperoleh tinta alami yang memiliki karakteristik fisik dan kualitas warna yang sesuai untuk aplikasi *screen printing*.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, penggunaan pigmen alami untuk tinta telah menunjukkan potensi sebagai alternatif bahan pewarna, tetapi masih terdapat tantangan dalam memperoleh formulasi yang mampu mempertahankan karakteristik fisik dan kestabilan warna tinta. Penelitian sebelumnya juga lebih banyak menggunakan satu sumber pigmen atau berfokus pada karakteristik bahan pewarna tertentu. Kajian yang mengombinasikan dua sumber pigmen karotenoid, yaitu likopen dari tomat dan β-karoten dari wortel, dengan variasi konsentrasi gum arabic dan gliserol secara bersamaan masih perlu dikembangkan. Kombinasi tersebut memberikan pendekatan berbeda karena memanfaatkan dua pigmen dengan karakteristik warna yang berbeda dalam satu sistem tinta sekaligus mengkaji peran komponen formulasi terhadap karakteristik tinta. Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan formulasi tinta *screen printing* berbasis kombinasi ekstrak tomat dan wortel dengan variasi gum arabic sebagai binder dan gliserol sebagai *plasticizer*, serta pengkajian pengaruhnya terhadap karakteristik fisik dan kestabilan warna tinta.

Peningkatan konsentrasi gum arabic sebagai bahan pengikat diperkirakan dapat meningkatkan kandungan padatan (*solid content*) dan membantu mempertahankan homogenitas serta kestabilan dispersi pigmen dalam formulasi tinta. Konsentrasi gum arabic yang lebih tinggi juga diperkirakan dapat memengaruhi karakteristik warna dan kestabilan warna setelah tinta diaplikasikan pada media. Sementara itu, peningkatan konsentrasi gliserol sebagai humektan dan *plasticizer* diperkirakan dapat meningkatkan kemampuan tinta dalam mempertahankan kelembapan dan fleksibilitas lapisan tinta setelah pengeringan. Namun, konsentrasi gliserol yang lebih tinggi juga berpotensi memengaruhi kandungan padatan dan kestabilan warna tinta terhadap paparan cahaya. Oleh karena itu, variasi konsentrasi gum arabic dan gliserol perlu dikaji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik tinta serta memperoleh formulasi yang memberikan keseimbangan antara kandungan padatan, karakteristik warna, dan kestabilan tinta.

Peningkatan konsentrasi gum arabic sebagai bahan pengikat diperkirakan dapat meningkatkan kandungan padatan (*solid content*) dan membantu mempertahankan

homogenitas serta kestabilan dispersi pigmen dalam formulasi tinta. Konsentrasi gum arabic yang lebih tinggi juga diperkirakan dapat memengaruhi karakteristik warna dan kestabilan warna setelah tinta diaplikasikan pada media. Sementara itu, peningkatan konsentrasi gliserol sebagai humektan dan *plasticizer* diperkirakan dapat meningkatkan kemampuan tinta dalam mempertahankan kelembapan dan fleksibilitas lapisan tinta setelah pengeringan. Namun, konsentrasi gliserol yang lebih tinggi juga berpotensi memengaruhi kandungan padatan dan kestabilan warna tinta terhadap paparan cahaya. Oleh karena itu, variasi konsentrasi gum arabic dan gliserol perlu dikaji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik tinta serta memperoleh formulasi yang memberikan keseimbangan antara kandungan padatan, karakteristik warna, dan kestabilan tinta.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan tinta alami berbasis kombinasi ekstrak tomat dan wortel serta menganalisis pengaruh variasi konsentrasi gum arabic dan gliserol terhadap karakteristik tinta untuk aplikasi *screen printing* pada media kertas. Karakteristik tinta dievaluasi berdasarkan nilai pH, densitas, warna CIE L*a*b*, *solid content*, dan ketahanan warna terhadap cahaya (*lightfastness*). Nilai pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan tinta yang berkaitan dengan kestabilan formulasi, sedangkan densitas digunakan untuk mengetahui karakteristik massa per volume tinta. Pengukuran CIE L*a*b* digunakan untuk mengevaluasi karakteristik warna secara objektif, *solid content* untuk mengetahui jumlah komponen padat dalam tinta, dan *lightfastness* untuk mengevaluasi ketahanan warna terhadap perubahan akibat paparan cahaya. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi formulasi yang memberikan karakteristik fisik dan warna yang sesuai untuk aplikasi *screen printing*, serta memberikan informasi mengenai hubungan antara komposisi gum arabic dan gliserol dengan karakteristik tinta alami berbasis kombinasi pigmen karotenoid.

Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk merumuskan tinta alami berbasis kombinasi ekstrak tomat dan wortel dengan variasi konsentrasi gum arabic dan gliserol. Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai April di laboratorium

Ilmu Bahan Grafika (IBG) Program Studi Teknik Grafika dan Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tomat, wortel, etanol 96%, gum arabic, gliserol, natrium benzoate, aquades, dan media kertas. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas ukur, gelas beaker, overhead stirrer, hot plate, thermometer, neraca analitik, screen sablon, oven, ph meter, spectrodensitometer, cawan porselen, spatula, dan botol kaca amber.

Prosedur Penelitian

Penelitian menggunakan 6 variasi formulasi tinta dengan masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk meningkatkan validitas data penelitian.

Tabel 1. Komposisi Bahan Pembuatan Tinta Berbasis Kombinasi Ekstrak Tomat dan Wortel

No	Sampel	Ekstraksi Pigmen		Proses Formulasi Tinta				
		Bubuk Pigmen	Etanol 96%	Gum Arabic	Natrium Benzoat	Gliserol	Alginat	Aquades
1	P0F1	12,5	50	5%	1	0	5	50
2	P1F1	12,5	50	5%	1	0	5	50
3	P2F1	12,5	50	5%	1	0	5	50
4	P0F2	12,5	50	10%	1	0	5	50
5	P1F2	12,5	50	10%	1	0	5	50
6	P2F2	12,5	50	10%	1	0	5	50
7	P0F3	12,5	50	15%	1	0	5	50
8	P1F3	12,5	50	15%	1	0	5	50
9	P2F3	12,5	50	15%	1	0	5	50
10	P0F4	12,5	50	5%	1	5	5	50
11	P1F4	12,5	50	5%	1	5	5	50

12	P2F4	12,5	50	5%	1	5	5	50
13	P0F5	12,5	50	10%	1	5	5	50
14	P1F5	12,5	50	10%	1	5	5	50
15	P2F5	12,5	50	10%	1	5	5	50
16	P0F6	12,5	50	15%	1	5	5	50
17	P1F6	12,5	50	15%	1	5	5	50
18	P2F6	12,5	50	15%	1	5	5	50

Pengujian Karakteristik Tinta

pengujian karakteristik tinta dilakukan untuk mengetahui kualitas tinta hasil formulasi berdasarkan sifat fisik dan ketahanan warnanya. Pengujian yang dilakukan meliputi uji pH, uji *solid content,* uji nilai warna CIE L*a*b*, uji densitas, serta uji ketahanan tinta terhadap cahaya (*lightfastness*). Seluruh pengujian dilakukan pada setiap formulasi tinta dengan pengulangan pengujian sebanyak tiga kali untuk memperoleh data yang lebih akurat.

Uji PH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasamaan atau kebasahan tinta yang dihasilkan. Prosedur pengujian dilakukan dengan menyiapkan sampel tinta sebanyak 30-50 ml ke dalam gelas beaker. Selanjutnya elektroda pH meter dikalibrasi menggunakan larutan buffer standar sebelum digunakan. Elektroda kemudian dicelupkan ke dalam sampel tinta selama 30-60 detik hingga angka pada layer stabil. Nilai pH yang muncul dicatat sebagai hasil pengukuran. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada setiap formulasi tinta, kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

Uji Solid Content

Pengujian *solid content* dilakukan untuk mengetahui persentase kandungan padatan dalam tinta yang berpengaruh terhadap kekentalan, dan kualitas hasil cetak. Prosedur pengujian dilakukan dengan memasukkan cawan porselen kosong ke oven

selama 1 jam, kemudian dimasukkan ke desikator selama 30 menit. Cawan proselen kosong ditimbang sebagai berat awal (W_0), ditambahkan sampel sebanyak 2 gr sehingga total berat cawan dan sampel sebagai (W_1). Selanjutnya cawan dimasukkan ke dalam oven pada suhu ±105ºC selama 1 jam atau hingga pelarut menguap sempurna. Cawan kembali dimasukkan ke desikator selama 30 menit. Cawan ditimbang kembali dan dicatat sebagai berat akhir (W_2). Berikut adalah perhitungan solid content:

$$\text{Solid content } (\%) = \frac{\mathrm{W_2 - W_0}}{\mathrm{W_1 - W_0}} \text{ X } 100\%$$

Uji Ketahanan Tinta Terhadap Cahaya

Uji ketahanan tinta terhadap cahaya bertujuan untuk menilai kestabilan warna setelah terpapar cahaya. Prosedur pengujiannya adalah cetakan dikeringkan selama 24 jam didalam *lightfastness chamber* kemudian membandingkan nilai CIE Lab*, nilai densitas dari hasil sebelum dan sesudah terpapar cahaya.

Uji Nilai Warna CIE Lab

Prosedur pengujian dilakukan dengan menggunakan spektrodensitometer yang telah dikalibrasi pada mode pencahayaan standar D50, observasi sudut 2° dan mode pengukuran M1, serta pilih system warna CIE Lab* sebagai keluaran data. Tempatkan sampel tinta pada area pembacaan alat, lakukan pada lima titik berbeda pada area sampel. Data otomatis dicatat dengan software TECHKON Spectro Connect. Rata-rata nilai CIE Lab* digunakan untuk menghitung ∆E sehingga hasil data tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat perubahan warna yang terjadi akibat paparan cahaya. Berikut adalah perhitungan nilai ∆E sebagai berikut:

$$\Delta \mathrm{E} = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$$

Uji Densitas

Uji Densitas warna untuk melihat intensitas warna pada tinta. Prosedur pengujian dilakukan dengan menyiapkan spectrodensitometer yang telah dikalibrasi, pada software techkon spectro connect masukkan density absolute, tempatkan alat ukur pada area solid

tinta. Lakukan pembacaan densitas pada lima titik berbeda. Selisih densitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta D = D_{Sebelum} - D_{Sesudah}$$

Persentase penurunan densitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{D_{Sebelum} - D_{Sesudah}}{D_{Sebelum}} \; x \; 100\%$$

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan metode Two Way Analysis of Variance (Two Way ANOVA) dengan software Minitab pada tingkat signifikansi 5% (α = 0,05). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi gum arabic, gliserol, serta interaksi kedua faktor terhadap karakteristik tinta alami meliputi nilai pH, solid content, densitas, nilai warna CIE Lab*, dan ketahanan warna terhadap cahaya. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan (post hoc test) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Nilai PH Tinta

Hasil pengujian pH menunjukkan bahwa nilai pH tinta berkisar antara 4,83–5,52 dan berada pada kondisi asam lemah. Nilai pH terendah diperoleh pada sampel P0F1 dengan konsentrasi gum arabic 5% dan gliserol 0%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada sampel P0F6 dengan konsentrasi gum arabic 15% dan gliserol 5%. Perbedaan nilai pH menunjukkan bahwa perubahan komposisi bahan formulasi dapat memengaruhi kondisi keasaman tinta.

Tabel 2. Nilai PH Tinta

Sampel	G. A	Gliserol	PH
P0F1	5	0	4,83

DOI : 10.25299/jrec.2026.vol8(2).28379

P0F2	10	0	4,95
P0F3	15	0	5,04
P0F4	5	5	5,04
P0F5	10	5	5,36
P0F6	15	5	5,52

Tabel 2 menunjukkan perbedaan nilai pH tinta untuk setiap perlakuan. Secara keseluruhan, nilai pH berada pada kondisi asam lemah dengan rentang 4,83–5,52. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan adanya perubahan kondisi keasaman tinta seiring dengan perubahan komposisi gum arabic dan gliserol dalam formulasi.

Tabel 3. Analysis of Variance (ANOVA) Pada Nilai PH

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Gum Arabic	2	0,12203	0,061017	6,22	0,139
Gliserol	1	0,20167	0,201667	20,54	0,045
Error	2	0,01963	0,009817		
Total	5	0,34333			

Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi gum arabic pada rentang yang digunakan belum menghasilkan perubahan pH yang cukup besar. Hal ini sejalan dengan karakteristik gum arabic yang relatif stabil dalam sistem dispersi berbasis air (Ramos & Broncel, 2022). Dengan demikian, pada rentang konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini, perubahan pH tinta lebih berkaitan dengan variasi gliserol dibandingkan dengan variasi gum arabic.

Tabel 4. Hasil Tukey Gliserol Pada PH Tinta

Gliserol	N	Mean	Grouping

5	3	5,30667	A	
0	3	4,94000		B

Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa kelompok gliserol 5% memiliki rata-rata pH sebesar 5,31 dan berbeda dengan kelompok tanpa gliserol yang memiliki rata-rata pH sebesar 4,94. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa keberadaan gliserol dalam formulasi berkontribusi terhadap perubahan nilai pH tinta. Selain berfungsi sebagai humektan dan *plasticizer*, gliserol dapat memengaruhi keseimbangan komponen dalam sistem tinta berbasis air, sehingga perubahan konsentrasinya dapat menyebabkan perubahan karakteristik kimia formulasi. Sementara itu, variasi gum arabic tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap pH, yang menunjukkan bahwa perubahan konsentrasinya dalam rentang yang digunakan pada penelitian ini belum menghasilkan perubahan pH yang cukup besar. Dengan demikian, perubahan pH pada formulasi lebih berkaitan dengan variasi gliserol dibandingkan dengan variasi gum arabic.

Nilai Solid Content

Tabel 5. Analysis of Variance (ANOVA) Pada Nilai Solid Content

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Gum Arabic	2	512,587	256,293	292,15	0,003
Gliserol	1	27,563	27,563	31,42	0,030
Error	2	1,755	0,877		
Total	5	541,904			

Berdasarkan hasil analisis ANOVA pada Tabel 5, gum arabic dan gliserol menunjukkan pengaruh nyata terhadap nilai *solid content* dengan *p-value* masing-masing sebesar 0,003 dan 0,030. Nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05, sehingga perubahan konsentrasi kedua komponen formulasi berhubungan dengan perubahan

kandungan padatan tinta. Nilai *F-value* gum arabic yang lebih besar dibandingkan gliserol juga menunjukkan bahwa variasi gum arabic memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap *solid content* pada kondisi penelitian ini.

Tabel 6. Tukey Gum Arabic Pada Solid Content

Gum Arabic	N	Mean	Grouping		
15	2	57,45	A		
10	2	41,67		B	
5	2	35,50			C

Hasil uji lanjut Tukey pada Tabel 6 menunjukkan adanya perbedaan nilai *solid content* pada setiap konsentrasi gum arabic. Konsentrasi gum arabic 15% menghasilkan rata-rata *solid content* tertinggi sebesar 57,45%, diikuti konsentrasi 10% sebesar 41,67% dan 5% sebesar 35,50%. Pola tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gum arabic secara konsisten meningkatkan kandungan padatan tinta. Hal ini berkaitan dengan gum arabic yang merupakan polisakarida dan berfungsi sebagai bahan pengikat dalam formulasi, sehingga peningkatan jumlah gum arabic menambah fraksi padat dalam tinta. Selain meningkatkan kandungan padatan, gum arabic juga dapat berperan dalam pembentukan film dan kestabilan dispersi pada sistem berbasis air (Pasha et al., 2024). Dengan demikian, peningkatan konsentrasi gum arabic menjadi faktor yang dominan dalam meningkatkan nilai *solid content* pada formulasi yang digunakan.

Tabel 7. Tukey Gliserol Pada Nilai Solid Content

Gliserol	N	Mean	Grouping
0	3	47,0167	A

5	3	42,7300	B

Hasil uji lanjut Tukey pada Tabel 7 menunjukkan bahwa penambahan gliserol 5% menghasilkan rata-rata *solid content* sebesar 42,73%, lebih rendah dibandingkan formulasi tanpa gliserol sebesar 47,02%. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa penambahan gliserol dalam formulasi menyebabkan perubahan proporsi komponen padat terhadap keseluruhan massa tinta. Gliserol berfungsi sebagai humektan dan *plasticizer* yang berperan dalam mempertahankan kelembapan serta meningkatkan fleksibilitas lapisan tinta. Oleh karena itu, keberadaan gliserol dapat mengubah komposisi relatif antara komponen padat dan komponen lainnya dalam formulasi sehingga nilai *solid content* mengalami penurunan (Seo et al., 2024).

Hasil Uji Lightfastness

Tabel 8. Hasil Uji Lightfastness

Sampel	Gum Arabic	Gliserol	Lightfastness		
			% Penurunan Densitas (M)	% Penurunan Densitas (Y)	CIE Lab (Delta E)
P0F1	5	0	37	17	15,50
P0F2	10	0	33	13	14,97
P0F3	15	0	34	17	14,27
P0F4	5	5	35	15	16,29
P0F5	10	5	43	18	15,32
P0F6	15	5	34	17	14,89

Hasil uji *lightfastness* menunjukkan bahwa nilai ΔE tinta setelah paparan cahaya berada pada rentang 14,27–16,29. Nilai ΔE terendah diperoleh pada sampel P0F3 dengan konsentrasi gum arabic 15% dan gliserol 0%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada sampel P0F4 dengan konsentrasi gum arabic 5% dan gliserol 5%. Nilai ΔE yang lebih rendah menunjukkan perubahan warna yang lebih kecil setelah paparan cahaya.

Perubahan nilai ΔE menunjukkan adanya perubahan karakteristik warna tinta setelah proses paparan cahaya. Selain ΔE, persentase penurunan densitas juga menunjukkan perubahan intensitas warna setelah paparan cahaya. Pada Tabel 8, penurunan densitas magenta (M) berada pada rentang 33–43%, sedangkan penurunan densitas yellow (Y) berada pada rentang 13–18%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa respons warna tinta terhadap paparan cahaya berbeda pada masing-masing formulasi.

Tabel 9. Analysis of Variance (ANNOVA) Pada Nilai ΔE

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Gum Arabic	2	1,73851	0,86926	35,06	0,028
Gliserol	1	0,51304	0,51304	20,69	0,045
Error	2	0,04958	0,02479		
Total	5	2,30114			

Berdasarkan hasil analisis ANOVA pada Tabel 9, gum arabic dan gliserol menunjukkan pengaruh nyata terhadap nilai ΔE dengan *p-value* masing-masing sebesar 0,028 dan 0,045. Nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi gum arabic dan gliserol berhubungan dengan perubahan warna tinta setelah paparan cahaya. Nilai *F-value* gum arabic yang lebih besar dibandingkan gliserol menunjukkan bahwa variasi gum arabic memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap nilai ΔE pada kondisi penelitian ini.

Tabel 10. Tukey Gum Arabic Pada Nilai ΔE

Gum Arabic	N	Mean	Grouping	
5	2	15,8925	A	
10	2	15,1425	A	B
15	2	14,5784		B

Hasil uji lanjut Tukey pada Tabel 10 menunjukkan bahwa konsentrasi gum arabic 15% menghasilkan rata-rata ΔE terendah sebesar 14,58, sedangkan konsentrasi 5% menghasilkan rata-rata ΔE tertinggi sebesar 15,89. Nilai tersebut menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan konsentrasi gum arabic menghasilkan perubahan warna yang lebih kecil setelah paparan cahaya. Gum arabic sebagai bahan pengikat dapat membantu mempertahankan dispersi pigmen dalam formulasi sehingga perubahan konsentrasi gum arabic dapat memengaruhi kestabilan warna tinta. Kemampuan gum arabic dalam menstabilkan pigmen karotenoid pada sistem berbasis air juga telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya (Anthero et al., 2021).

Namun, berdasarkan hasil *grouping* Tukey, konsentrasi gum arabic 5% dan 10% berada pada kelompok yang sama, sedangkan konsentrasi 10% dan 15% juga memiliki kelompok yang sama. Oleh karena itu, perbedaan rata-rata ΔE tersebut perlu diinterpretasikan berdasarkan pola kecenderungan, bukan sebagai perbedaan antarsemua konsentrasi gum arabic.

Tabel 11. Hasil Tukey Gliserol

Gliserol	N	Mean	Grouping
5	3	15,4969	A
0	3	14,9121	B

Hasil uji lanjut Tukey pada Tabel 11 menunjukkan bahwa formulasi dengan gliserol 5% memiliki rata-rata ΔE sebesar 15,50, lebih tinggi dibandingkan formulasi tanpa gliserol sebesar 14,91. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan gliserol pada konsentrasi 5% berkaitan dengan peningkatan perubahan warna setelah paparan cahaya. Gliserol berfungsi sebagai humektan dan *plasticizer* yang mempertahankan kelembapan serta fleksibilitas lapisan tinta. Perubahan komposisi tersebut dapat memengaruhi kondisi lapisan tinta setelah pengeringan dan selanjutnya berhubungan dengan perubahan warna selama paparan cahaya. Dengan demikian, pada kondisi penelitian ini, penggunaan gliserol 0% menghasilkan nilai ΔE yang lebih rendah dibandingkan gliserol 5%.

Nilai densitas Hasil Uji Lightfastness

Tabel 12. Nilai Densitas

Sampel	Densitas (M)	Densitas (Y)
P0F1	0,27	0,48
P0F2	0,30	0,55
P0F3	0,29	0,52
P0F4	0,31	0,52
P0F5	0,23	0,38
P0F6	0,35	0,58

Hasil pengujian pada Tabel 12 menunjukkan bahwa nilai densitas magenta (M) dan yellow (Y) bervariasi pada setiap formulasi. Nilai densitas M berada pada rentang 0,23–0,35, sedangkan densitas Y berada pada rentang 0,38–0,58. Nilai densitas M dan Y tertinggi diperoleh pada sampel P0F6 dengan konsentrasi gum arabic 15% dan gliserol 5%, sedangkan nilai terendah diperoleh pada sampel P0F5 dengan konsentrasi gum arabic 10% dan gliserol 5%.

Perbedaan nilai densitas antarformulasi menunjukkan adanya variasi intensitas warna pada masing-masing sampel setelah pengujian *lightfastness*. Densitas yang lebih tinggi menunjukkan intensitas warna yang lebih besar pada pengukuran tersebut. Namun, pola perubahan densitas tidak menunjukkan kecenderungan yang konsisten terhadap peningkatan konsentrasi gum arabic maupun gliserol. Sebagai contoh, pada konsentrasi gliserol 5%, densitas M meningkat dari 0,31 pada gum arabic 5% menjadi 0,35 pada gum arabic 15%, sedangkan pada gum arabic 10% diperoleh nilai yang lebih rendah yaitu 0,23. Pola yang sama juga terlihat pada densitas Y. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan densitas tidak hanya ditentukan oleh satu komponen formulasi, tetapi dapat berkaitan dengan kombinasi komponen dalam masing-masing formulasi.

Analisis ketahanan warna

Hasil pengujian *lightfastness* menunjukkan bahwa variasi gum arabic dan gliserol memengaruhi perubahan warna tinta setelah paparan cahaya. Berdasarkan nilai ΔE,

konsentrasi gum arabic 15% menghasilkan rata-rata ΔE terendah sebesar 14,58 dibandingkan konsentrasi 5% dan 10%, sehingga menunjukkan kecenderungan perubahan warna yang lebih kecil. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gum arabic pada rentang yang digunakan cenderung meningkatkan kestabilan warna tinta setelah paparan cahaya.

Sementara itu, penambahan gliserol 5% menghasilkan rata-rata ΔE sebesar 15,50, lebih tinggi dibandingkan formulasi tanpa gliserol sebesar 14,91. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan gliserol pada konsentrasi 5% berkaitan dengan peningkatan perubahan warna setelah paparan cahaya. Perbedaan ini menunjukkan bahwa komposisi bahan formulasi dapat memengaruhi respons warna tinta terhadap paparan cahaya.

Jika ditinjau dari kombinasi formulasi, sampel P0F3 dengan gum arabic 15% dan gliserol 0% menghasilkan nilai ΔE terendah sebesar 14,27, sedangkan P0F4 dengan gum arabic 5% dan gliserol 5% menghasilkan nilai ΔE tertinggi sebesar 16,29. Dengan demikian, berdasarkan parameter *lightfastness*, P0F3 menunjukkan perubahan warna paling kecil pada kondisi pengujian yang dilakukan.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi gum arabic dan gliserol memberikan pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik tinta alami berbasis ekstrak tomat dan wortel. Nilai pH tinta berada pada rentang 4,83–5,52 dan termasuk kondisi asam lemah. Berdasarkan analisis ANOVA, gliserol menunjukkan pengaruh nyata terhadap nilai pH, sedangkan gum arabic tidak menunjukkan pengaruh nyata pada rentang konsentrasi yang digunakan. Penambahan gliserol 5% meningkatkan rata-rata pH dari 4,94 menjadi 5,31.

Pada parameter *solid content*, gum arabic dan gliserol menunjukkan pengaruh nyata. Peningkatan konsentrasi gum arabic menghasilkan peningkatan *solid content*, dengan nilai rata-rata tertinggi pada konsentrasi 15% sebesar 57,45%. Sebaliknya, penambahan gliserol 5% menghasilkan rata-rata *solid content* sebesar 42,73%, lebih rendah dibandingkan formulasi tanpa gliserol sebesar 47,02%.

Pada pengujian *lightfastness*, gum arabic dan gliserol menunjukkan pengaruh nyata terhadap nilai ΔE. Konsentrasi gum arabic 15% menghasilkan rata-rata ΔE

terendah sebesar 14,58, sedangkan gliserol 5% menghasilkan rata-rata ΔE yang lebih tinggi dibandingkan tanpa gliserol. Pada tingkat formulasi, sampel P0F3 dengan gum arabic 15% dan gliserol 0% menghasilkan nilai ΔE terendah sebesar 14,27, yang menunjukkan perubahan warna paling kecil setelah paparan cahaya pada kondisi pengujian.

Secara keseluruhan, kombinasi ekstrak tomat dan wortel menghasilkan tinta dengan karakteristik warna jingga dan menunjukkan potensi untuk dikembangkan sebagai bahan pewarna alami pada aplikasi *screen printing* pada media kertas. Variasi gum arabic dan gliserol terbukti menghasilkan perubahan pada beberapa karakteristik tinta, dengan gum arabic 15% memberikan *solid content* yang lebih tinggi dan kecenderungan kestabilan warna yang lebih baik berdasarkan nilai ΔE.

Daftar Referensi

Anthero, A. G. da S., Bezerra, E. O., Comunian, T. A., Procópio, F. R., & Hubinger, M. D. (2021). Effect of modified starches and gum arabic on the stability of carotenoids in paprika oleoresin microparticles. *Drying Technology*, *39*(12), 1927–1940. https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1844227

Aulia Dwi Putri. (2021). *Pembuatan Tinta Screen Printing Dari Ekstraksi Buah Bit (Beta Vulgaris L) Dengan Aplikasi Grinder Konvensional Pada Kertas Ivory 400 Gsm*.

Aydemir, C., & Özsoy, S. A. (2021). Environmental impact of printing inks and printing process. *Journal of Graphic Engineering and Design*, *11*(2), 11–17. https://doi.org/10.24867/JGED-2020-2-011

Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). (2023, December 8). *BRIN Ungkap Potensi SDG lokal Indonesia Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional*. Badan Riset Dan Inovasi Nasional (BRIN). https://brin.go.id/orpp/posts/kabar/brin-ungkap-potensi-sdg-lokal-indonesia-dalam-mendukung-ketahanan-pangan-nasional

Hasyimiyyah, A., Rudi Kusumantoro, H., & Putra Pratama, Y. (2025). *Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat dan Lama Penyimpanan Terhadap Waktu Respon Lakmus Organik Ekstrak Bunga Telang*. *8*(2). https://doi.org/10.30596/rmme.v8i2.24759

Homann, C., Rodrigues, E. M., Orsini, P., Savard, K., Togola, C. B., de Denus-Baillargeon, M. M., Massabki, M., & Hemmer, E. (2024). Gum Arabic-stabilized upconverting nanoparticles for printing applications. *Optical Materials: X*, *21*. https://doi.org/10.1016/j.omx.2024.100290

Khamis, H., Lusweti, K., Mwevura, H., Nyanzi, S., & Kiremire, B. T. (2017). Quantification of Lycopene from Tomatoes and Watermelons by Using Beer-Lambert Principle. *Technology, and Sciences (ASRJETS) American Scientific Research Journal for Engineering*, *38*(2), 119–133. http://asrjetsjournal.org/

Kiełkowska, A., & Kiszczak, W. (2023). History and Current Status of Haploidization in Carrot (Daucus carota L.). In *Agronomy* (Vol. 13, Number 3). MDPI. https://doi.org/10.3390/agronomy13030676

Klančnik, M. (2024). Printing with Natural Dye Extract from Japanese Knotweed Leaves. *Fibers and Polymers*, *25*(12), 4771–4785. https://doi.org/10.1007/s12221-024-00760-9

Maoka, T. (2020). Carotenoids as natural functional pigments. In *Journal of Natural Medicines* (Vol. 74, Number 1). Springer. https://doi.org/10.1007/s11418-019-01364-x

Maong, R., Rorong, A., & Fatimah, F. (2016). *Aktivitas Ekstrak Buah Tomat (Lycopersicum esculentum Mill) Sebagai Penstabil Oksigen Singlet Dalam Reaksi Fotooksidasi Asam Linoleat*.

Muryeti. (2021). *Teknologi Tinta Cetak dan Coating* (Nunung Martina, Ed.; 1st ed.). PNJ Press.

Naviglio, D., Pizzolongo, F., Ferrara, L., Naviglio, B., Aragòn, A., & Santini, A. (2019). Extraction of pure lycopene from industrial tomato waste in water using the extractor Naviglio. In *African Journal of Food Science Research* (Vol. 7, Number 5). www.internationalscholarsjournals.org

Pasha, I., Wulandari, S., Anisa Panjaitan, H., & Rezky Ramadhani, D. (2024). Physical Tests Of Organic Ink Based On Gum Arabic, Gambier, And Janggelan Leaves. *Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics-Fiziya*, *7*, 54–61. https://doi.org/10.15408/fiziya.v7i1.40521

Pauzan, P., Halid, M., & Ratulangi, W. R. (2023). Effect of Ethanol Extract of Tomato (Solanum lycopersicum L.) on Staphylococcus epidermidis in vitro. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, *12*(1), 230–239. https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i1.1022

Ramos, P., & Broncel, M. (2022). Influence of Storage Conditions on the Stability of Gum Arabic and Tragacanth. *Molecules*, *27*(5). https://doi.org/10.3390/molecules27051510

Seo, H. J., Seo, Y. H., Park, S. U., Lee, H. J., Lee, M. R., Park, J. H., Cho, W. Y., Lee, P. C., & Lee, B. Y. (2024). Glycerol-derived organic carbonates: environmentally friendly plasticizers for PLA. *RSC Advances*, *14*(7), 4702–4716. https://doi.org/10.1039/d3ra08922c