



Pengaruh Konsentrasi Pigmen terhadap Nilai CIELAB dan ΔE Tinta Fleksografi dengan Arah Warna Bluish Shade pada Substrat LDPE White

Prihan Ramadan¹, Sahiba Sahila², Heribertus Rudi Kusumantoro³

^{1,2,3} Teknologi Rekayasa Cetak Grafis Dan 3 Dimensi, Teknik Grafika Dan Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16425

¹prihan.ramadan.tgp22@mhs.wpnj.ac.id, ²sahiba.sahila@lecturer.pnj.ac.id * ³heribertus.rudi.kusumantoro@grafika.pnj.ac.id *

Abstrak

Pigmen berperan sebagai sumber utama pembentuk warna pada tinta cetak. Keberadaan tinta dalam proses pencetakan sangat penting karena berfungsi menghasilkan tampilan warna pada berbagai jenis media, seperti kertas, tekstil, maupun plastik. Selain memberikan nilai estetika, tinta juga berkontribusi terhadap kualitas dan daya tahan hasil cetak. Variasi konsentrasi pigmen dapat menyebabkan perbedaan nilai warna yang dihasilkan, sehingga diperlukan formulasi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi pigmen terhadap karakteristik warna *bluish shade* tinta fleksografi pada substrat LDPE White menggunakan parameter CIELAB dan ΔE . Metode penelitian dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi pigmen merah pada lima formulasi tinta, sedangkan komposisi varnish dijaga tetap. Setiap formulasi dicetak menggunakan metode *proofing hand anilox*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kecenderungan perubahan arah warna dan intensitas warna hasil cetak menggunakan spektrofotometer berdasarkan parameter L, a, b, dan ΔE . Pengujian ini juga dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kesesuaian warna terhadap standar yang ditetapkan pelanggan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi pigmen sebesar 61–65 gram memberikan pengaruh terhadap nilai CIELAB dan ΔE yang dihasilkan. Formulasi T4 dengan konsentrasi pigmen 64 gram menghasilkan karakteristik warna yang paling mendekati standar, dengan nilai L sebesar 46,32, a sebesar 67,74, dan b sebesar -9,82 serta nilai ΔE terendah sebesar 0,89. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi pigmen berperan dalam pembentukan karakter warna *bluish shade* pada tinta fleksografi dan memengaruhi tingkat perbedaan warna yang dihasilkan pada substrat LDPE White.

Kata kunci: Pigmen, LDPE white, *Bluish shade*, CIELAB, Delta E.

Abstract

Pigments play a primary role as color-forming agents in printing inks. The presence of ink in the printing process is essential because it provides color appearance on various substrates, such as paper, textiles, and plastics. In addition to enhancing visual appeal, ink also contributes to the quality and durability of printed products. Variations in pigment concentration may result in differences in the color values obtained, making an appropriate ink formulation necessary to achieve the desired color characteristics. This study aimed to analyze the effect of pigment concentration on the bluish shade color characteristics of flexographic ink printed on LDPE White substrate using the CIELAB and ΔE parameters. The research was conducted by varying the concentration of red pigment in five ink formulations while maintaining a constant varnish composition. Each formulation was printed using the hand anilox proofing method. Color measurements were carried out using a spectrophotometer based on the L, a, b, and ΔE parameters to evaluate color direction, color intensity, and the degree of color matching with the customer-defined standard. The results showed that pigment concentrations ranging from 61 to 65 grams affected the resulting CIELAB and ΔE values. Formulation T4, containing 64 grams of pigment, produced the closest color match to the target standard, with L = 46.32, a = 67.74, b = -9.82, and the lowest ΔE value of 0.89. These findings indicate that pigment concentration plays an important role in developing the bluish shade characteristics of flexographic ink and influences the color difference obtained on the LDPE White substrate.

Keywords: Pigment, LDPE White, *bluish shade*, CIELAB, Delta E.

1. Pendahuluan

Tinta merupakan material yang digunakan untuk menghasilkan warna yang berfungsi sebagai media penghantar dalam berbagai aplikasi, seperti penulisan, pencetakan, pewarnaan, dan penggambaran. Warna memiliki peranan penting dalam berbagai aplikasi karena berfungsi sebagai daya tarik visual, identitas, serta indikator mutu suatu produk (Simanjuntak & Sinaga, 2014). Dalam proses pencetakan, kualitas warna yang dihasilkan tidak hanya ditentukan oleh pemilihan warna itu sendiri, tetapi juga dipengaruhi oleh komponen penyusun bahan pewarna yang digunakan dalam formulasi tinta (Yuniarti et al., 2024). Secara umum, tinta tersusun atas campuran beberapa komponen yang membentuk suatu sistem kompleks, meliputi bahan pigmen, pelarut, resin, pelumas, surfaktan,

serta bahan tambahan lainnya yang berperan dalam menunjang kinerja tinta selama proses aplikasi (Muchtar et al., 2015).

Pigmen dan pewarna dapat berasal dari sumber alami maupun sintesis, serta tersusun atas senyawa organik atau anorganik. Meskipun keduanya berfungsi sebagai bahan pemberi warna, pigmen memiliki karakteristik yang berbeda dari pewarna karena tidak larut dalam medium tinta (Maria Rentzhog, 2004). Pigmen anorganik merupakan salah satu jenis bahan pewarna yang digunakan dalam formulasi tinta. Keberadaan pigmen memiliki peranan penting karena berfungsi sebagai komponen utama pembentuk warna pada tinta. Dibandingkan dengan jenis pigmen lainnya, kandungan pigmen dalam formulasi tinta juga berperan penting terhadap karakteristik warna yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi pigmen yang digunakan, semakin besar kontribusinya dalam meningkatkan intensitas warna pada hasil cetak (Phillips et al., 1998).

Selain kesesuaian warna, perubahan konsentrasi pigmen dapat meningkatkan intensitas warna karena jumlah partikel pewarna yang berkontribusi terhadap pembentukan warna menjadi lebih besar. Pemilihan substrat menjadi salah satu faktor penting dalam memperoleh reproduksi warna yang konsisten pada produk kemasan fleksibel (Valdec et al., 2017). Salah satu jenis polietilena yang memiliki densitas relatif rendah adalah LDPE (*Low-Density Polyethylene*). Material ini banyak digunakan sebagai bahan kemasan karena memiliki sifat fleksibel, ringan, dan tahan terhadap suhu rendah (Rahmah, 2024). Dalam industri kemasan fleksibel, LDPE banyak digunakan sebagai substrat pada proses pencetakan fleksografi. Meskipun penggunaannya cukup luas, substrat ini memiliki karakteristik permukaan yang cenderung tidak menyerap (*non-porous*) serta memiliki energi permukaan yang relatif rendah. Karakteristik tersebut dapat memengaruhi interaksi antara tinta dan substrat sehingga berpengaruh terhadap reproduksi warna hasil cetak.

Dalam industri kemasan, konsistensi warna merupakan salah satu aspek penting yang menentukan kualitas hasil cetak dan kesesuaian terhadap desain yang telah ditetapkan pelanggan. Upaya untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi warna hasil cetak terus dilakukan melalui berbagai pendekatan. Salah satu pendekatan yang semakin banyak diterapkan adalah konsep *expanded color gamut* (ECG), yang memungkinkan perluasan rentang gamut warna sekaligus mendukung peningkatan efisiensi proses produksi serta konsistensi warna yang dihasilkan (Asaleh et al., 2022). Meskipun konsep ECG mampu memperluas rentang reproduksi warna, pencapaian warna dengan karakteristik tertentu tetap memerlukan pengendalian formulasi tinta yang tepat untuk memperoleh hasil cetak sesuai target warna.

Salah satu karakter warna yang banyak digunakan pada kemasan adalah warna merah dengan arah warna *bluish shade*, yaitu warna merah yang memiliki kecenderungan ke arah biru. Pada sistem warna CIELAB, parameter *b* merepresentasikan sumbu warna kuning–biru, di mana nilai *b* positif menunjukkan kecenderungan warna ke arah kuning, sedangkan nilai *b* negatif menunjukkan kecenderungan warna ke arah biru. Berdasarkan konsep tersebut, nilai *b* yang lebih negatif pada hasil pengujian menunjukkan pergeseran warna yang semakin mengarah ke arah biru (Tsurumoto et al., 2025).

Berikut adalah pengembangan bagian Pendahuluan dengan menambahkan 10 paragraf baru yang relevan, runtut, dan terstruktur guna memperkuat latar belakang teoritis serta urgensi penelitian Anda:

Kelanjutan Pendahuluan

Penerapan teknik cetak fleksografi dalam industri kemasan fleksibel modern menuntut efisiensi tinggi tanpa mengorbankan aspek estetika visual produk. Karakteristik tinta fleksografi yang berbasis cairan dengan viskositas rendah memungkinkannya mengalir dengan cepat melalui sel-sel rol aniloks menuju pelat cetak fotopolimer sebelum ditransfer ke substrat LDPE. Keberhasilan transfer massa tinta ini sangat bergantung pada kompatibilitas teoretis antara tegangan permukaan tinta fase cair dan energi bebas permukaan dari substrat padat. Ketika interaksi antarmuka ini tidak berjalan optimal akibat rendahnya energi permukaan LDPE, struktur lapisan film tinta yang terbentuk setelah proses pengeringan menjadi tidak merata, yang pada gilirannya memicu terjadinya penyimpangan optis saat cahaya mengenai permukaan cetakan.

Dalam kaitannya dengan formulasi kimia tinta, peran resin atau *binder* menjadi sangat krusial sebagai agen pendispersi partikel pigmen sekaligus sebagai pembentuk lapisan film cetak. Resin harus mampu membasahi permukaan partikel pigmen anorganik secara sempurna agar tidak terjadi fenomena flokulasi atau pengendapan partikel selama penyimpanan maupun saat proses pencetakan berlangsung. Jika stabilitas dispersi pigmen dalam matriks resin terganggu, orientasi geometris partikel pigmen saat mengering di atas permukaan LDPE akan menjadi acak. Ketidakteraturan posisi partikel ini akan menyebabkan hamburan cahaya (*light scattering*) yang tidak terkendali, sehingga menurunkan nilai kecerahan (*lightness*) dan mengubah arah koordinat warna kromatik yang sebenarnya ingin dicapai.

Fenomena interaksi cahaya dengan lapisan tinta di atas substrat non-porus seperti LDPE secara teoretis dapat dijelaskan melalui mekanisme absorpsi dan refleksi selektif. Ketika seberkas cahaya polikromatis mengenai lapisan tinta merah *bluish shade*, ikatan kimia di dalam struktur kristal pigmen akan menyerap sebagian besar panjang gelombang cahaya dalam spektrum hijau dan kuning, sementara panjang gelombang merah dan sebagian kecil spektrum biru akan direfleksikan kembali ke mata pengamat atau sensor spektrofotometer. Ketebalan lapisan tinta (*ink film thickness*) yang terbentuk di atas substrat—yang dikendalikan oleh konsentrasi pigmen dan volume

transfer aniloks—secara langsung menentukan seberapa banyak kuantitas cahaya yang diserap dan direfleksikan, yang secara matematis memengaruhi nilai densitas optis cetakan.

Peningkatan konsentrasi pigmen dalam formulasi tinta secara linier akan meningkatkan jumlah partikel pewarna per satuan volume. Pada titik konsentrasi tertentu, kerapatan partikel yang tinggi ini memperkecil jarak bebas rata-rata antarpartikel, sehingga meningkatkan probabilitas penyerapan spektrum warna komplementer secara lebih masif. Akibatnya, nilai parameter L^* (kecerahan) pada ruang warna CIELAB cenderung mengalami penurunan karena semakin sedikit total cahaya putih yang dipantulkan kembali secara spektral. Namun, variasi konsentrasi ini harus dikendalikan secara ketat; kelebihan kandungan pigmen tanpa diimbangi oleh rasio resin yang ideal dapat menurunkan daya rekat (*adhesion*) tinta pada LDPE dan memicu masalah mekanis seperti *chalking* atau pengapuran.

Disamping memengaruhi tingkat kecerahan, pergeseran konsentrasi pigmen secara signifikan memengaruhi perilaku koordinat kromatid a^* dan b^* . Pada tinta merah dengan karakteristik *bluish shade*, penambahan konsentrasi pigmen idealnya menggeser nilai kromatid a^* ke arah positif yang lebih tinggi (menandakan warna merah yang semakin kuat) sekaligus menekan koordinat b^* menuju area negatif (menandakan penguatan gradasi warna biru). Dinamika pergeseran ini menciptakan kurva lintasan warna yang unik pada diagram ruang warna CIELAB. Pemahaman mengenai trayektori pergeseran koordinat kromatid ini sangat penting bagi formulator tinta untuk memprediksi batas saturasi warna sebelum warna tersebut berubah menjadi terlalu gelap atau kehilangan karakter *bluish*-nya.

Tantangan utama yang sering dihadapi oleh industri cetak kemasan adalah terjadinya inkonsistensi warna antara fase pembuktian digital (*digital proofing*), sampel laboratorium, dan hasil produksi massal (*long-run production*). Di lingkungan pabrik, stabilitas viskositas tinta fleksografi dapat berubah akibat penguapan pelarut organik secara volatil karena suhu operasional mesin yang meningkat. Perubahan viskositas ini secara langsung merubah ketebalan lapisan tinta yang ditransfer ke substrat LDPE, yang berarti konsentrasi efektif pigmen yang menempel pada substrat juga mengalami fluktuasi sepanjang proses cetak berjalan. Oleh karena itu, menentukan formula batas atas dan batas bawah konsentrasi pigmen yang toleran terhadap dinamika cetak menjadi kebutuhan yang mendesak.

Untuk menjembatani kebutuhan industri terhadap presisi warna, penggunaan nilai total perbedaan warna (ΔE) menjadi parameter mutlak dalam proses kendali mutu (*quality control*). Nilai ΔE yang dihitung berdasarkan formula CIE76, CIE94, atau CMC (1:c) memberikan representasi kuantitatif dari persepsi visual manusia terhadap penyimpangan warna. Pelanggan industri kemasan biasanya menetapkan batas toleransi ΔE yang sangat ketat, seringkali di bawah nilai 2,0 atau bahkan 1,0 untuk produk-produk merek global. Melalui studi eksperimental mengenai variasi konsentrasi pigmen ini, korelasi matematis antara perubahan persentase berat pigmen terhadap fluktuasi nilai ΔE dapat dipetakan secara akurat demi memenuhi ekspektasi rigid dari pelanggan tersebut.

Kondisi permukaan substrat LDPE White yang digunakan dalam penelitian ini juga memberikan variabel pengaruh yang tidak boleh diabaikan. Penambahan pigmen putih (umumnya Titanium Dioksida atau TiO_2) pada ekstrusi film LDPE berfungsi untuk memberikan opasitas (*opacity*) dan latar belakang putih yang seragam guna memblokir sifat transparan alami plastik. Sifat opasitas substrat ini bertindak sebagai reflektor internal bagi cahaya yang berhasil menembus lapisan tinta merah di atasnya. Jika opasitas LDPE White tidak konsisten, maka refleksi latar belakang akan mendistorsi nilai pembacaan spektrofotometer, sehingga variasi konsentrasi pigmen pada tinta merah tidak lagi menjadi satu-satunya variabel tunggal yang menentukan nilai akhir CIELAB.

Sebagai langkah preventif untuk mengoptimalkan hasil cetakan pada material non-porus, perlakuan awal permukaan substrat seperti *corona treatment* umumnya diaplikasikan pada film LDPE sebelum proses cetak dimulai. Proses ini bertujuan untuk menaikkan energi permukaan (*surface energy*) plastik melalui induksi gugus fungsi polar baru, sehingga tinta fleksografi dapat membasahi (*wetting*) permukaan dengan sempurna tanpa mengalami penolakan (*crawling* atau *beading*). Dengan memastikan kondisi permukaan LDPE berada pada tingkat energi yang konstan, variabilitas karakteristik warna yang diuji dalam penelitian ini murni merepresentasikan pengaruh dari modifikasi formulasi internal tinta, yaitu variasi konsentrasi pigmen merah *bluish shade*.

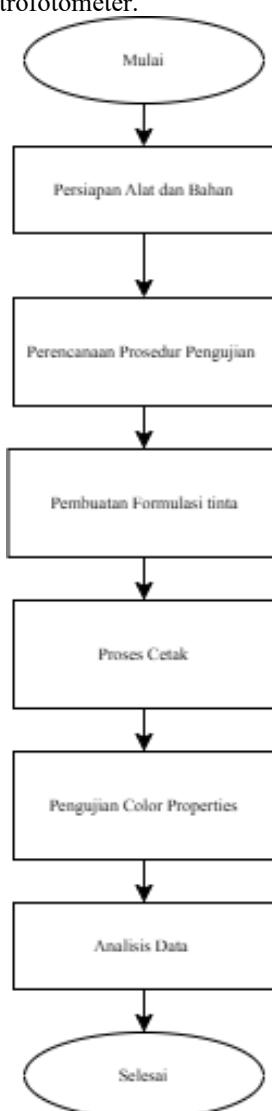
Melalui integrasi metodologi pengukuran ruang warna CIELAB yang presisi dan pemahaman mendalam mengenai sifat reologi serta interaksi antarmuka tinta-substrat, penelitian ini dirancang untuk mengisi celah empiris dalam teknik formulasi tinta fleksografi lokal. Pendekatan sistematis ini tidak hanya berfokus pada pencapaian target estetika semata, melainkan juga menyajikan visualisasi data yang komprehensif mengenai bagaimana konsentrasi pigmen mengontrol parameter fisis warna. Pada akhirnya, data riil dari penelitian ini diharapkan dapat meminimalkan metode *trial-and-error* di lantai produksi, menekan biaya kegagalan cetak akibat salah warna (*color mismatch*), serta meningkatkan efisiensi sirkular dalam industri manufaktur kemasan fleksibel secara berkelanjutan.

Untuk mengevaluasi karakteristik warna secara objektif, pengukuran dapat dilakukan menggunakan sistem warna CIELAB. Ruang warna CIELAB merupakan sistem yang diperkenalkan oleh Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) (Iyer et al., 2021). Dalam sistem ruang warna, warna objek direpresentasikan berdasarkan tingkat

kecerahan (lightness) dan Chroma sumbu a serta b (Ghaisa Zahira Adni Shaffa et al., 2025). L yang menunjukkan tingkat kecerahan, a yang merepresentasikan sumbu warna merah–hijau, dan b yang merepresentasikan sumbu warna kuning–biru. Perbedaan warna antara sampel dan standar selanjutnya dijelaskan dengan menggunakan nilai ΔE (Rizqullah Setiawan et al., 2025). Pengendalian warna pada tinta fleksografi menjadi penting untuk memastikan kesesuaian hasil cetak terhadap standar warna yang ditetapkan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian mengenai pengaruh variasi konsentrasi pigmen terhadap karakteristik warna yang dihasilkan, khususnya pada warna merah dengan arah warna *bluish shade*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi pigmen terhadap karakteristik warna tinta fleksografi dengan arah warna *bluish shade* pada substrat LDPE White berdasarkan parameter CIELAB dan nilai ΔE , dengan tingkat kesesuaian terhadap standar warna yang ditetapkan pelanggan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan formulasi tinta fleksografi guna memperoleh karakter warna *bluish shade* yang sesuai dengan target warna serta mendukung pengendalian kualitas warna pada proses pencetakan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi pigmen terhadap karakteristik warna tinta fleksografi dengan arah warna *bluish shade* yang sesuai dengan target warna pelanggan pada substrat LDPE White. Pengujian dilakukan melalui persiapan alat dan bahan, perencanaan prosedur dalam pengujian, proses formulasi tinta, pencetakan menggunakan *proofing hand anilox*, serta pengukuran warna berdasarkan parameter CIE LAB dan nilai ΔE menggunakan spektrofotometer.



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan lima formulasi tinta dengan variasi konsentrasi pigmen, sementara jumlah varnish dipertahankan tetap pada setiap formulasi. Variasi konsentrasi pigmen dilakukan untuk menganalisis pengaruhnya

terhadap karakteristik warna *bluish shade* berdasarkan parameter CIE LAB (L, a, dan b) serta nilai ΔE. Formulasi tinta yang digunakan sebagai sampel penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Tinta

VARIASI FORMULASI TINTA					
MATERIAL	Tinta 1	Tinta 2	Tinta 3	Tinta 4	Tinta 5
VARNISH	32g	32g	32g	32g	32g
TINTA RED	61g	62g	63g	64g	65g

Tabel 1 menunjukkan formulasi tinta yang digunakan sebagai sampel penelitian. Setiap formulasi diberi kode T1 hingga T5 dengan variasi konsentrasi pigmen merah (tinta red), sedangkan jumlah varnish dipertahankan tetap pada setiap formulasi. berdasarkan parameter CIELAB, khususnya nilai b, serta nilai ΔE sebagai indikator kesesuaian warna terhadap standar yang ditetapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pembahasan diawali dengan penyajian data standar spesifikasi warna yang ditetapkan pelanggan dan menjadi dasar tujuan dalam penelitian. Evaluasi dilakukan dengan mengacu pada parameter L, a, b, dan ΔE dari masing-masing formulasi. Oleh karena itu, penyajian data standar warna target dilampirkan sebagai acuan dalam menentukan tingkat kesesuaian warna yang dihasilkan oleh setiap formulasi tinta yang di buat.

Tabel 2. Nilai CIELAB standar warna Red Bluish Shade

Standar Target Bluish		
L	A	B
46.18	67.27	-9.72

Berdasarkan Tabel 2, standar warna target memiliki nilai L sebesar 46,18, a sebesar 67,27, dan b sebesar -9,72. Nilai tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi karakteristik warna hasil cetak dari setiap formulasi tinta serta menentukan tingkat kesesuaiannya terhadap warna target. Untuk standar warna target tersebut, dilakukan pengukuran terhadap hasil cetak dari setiap formulasi tinta untuk mengetahui tingkat kesesuaiannya. Nilai L, a, dan b yang diperoleh dari masing-masing formulasi kemudian dibandingkan dengan nilai standar guna mengevaluasi karakteristik warna yang dihasilkan. Hasil pengujian Lab disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Lab

COLOR SHADE	T1	T2	T3	T4	T5
L	45.98	49.96	49.17	46.32	47.85
A	70.6	69.28	67.35	67.74	66.95
B	-6.91	-8.21	-10.25	-9.82	-9.45
DELTA E	4.45	2.47	1.41	0.89	1.9

Berdasarkan Tabel 3, formulasi T1 menghasilkan nilai L sebesar 45,98, a sebesar 70,60, dan b sebesar -6,91. Pada T2 menghasilkan nilai L sebesar 49,96, a sebesar 69,28, dan b sebesar -8,21. Pada T3 menghasilkan nilai L sebesar 49,17, a sebesar 67,35, dan b sebesar -10,25. Pada T4 menghasilkan nilai L sebesar 46,32, a sebesar 67,74, dan b sebesar -9,82. Sementara itu, formulasi T5 menghasilkan nilai L sebesar 47,85, a sebesar 66,95, dan b sebesar -9,45. Seluruh formulasi menunjukkan nilai a positif dan b negatif, yang mengindikasikan bahwa warna yang dihasilkan berada pada daerah merah dengan kecenderungan ke arah biru (*bluish shade*). Selisih warna pada ruang CIELAB dinyatakan sebagai jarak antara dua titik dalam ruang tiga dimensi (Ohno, 2000). Yang dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]$$

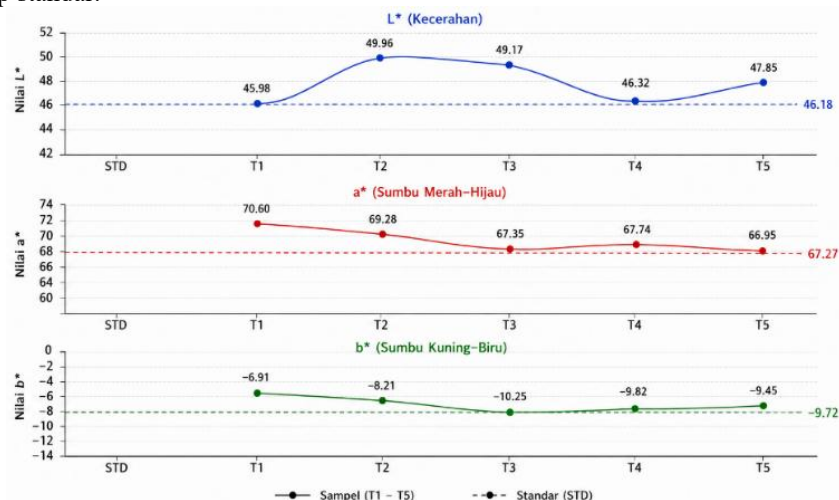
- L = 0 menunjukkan hitam, L = 100 menunjukkan putih
- a positif mengarah ke merah, a negatif ke hijau

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.10946>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

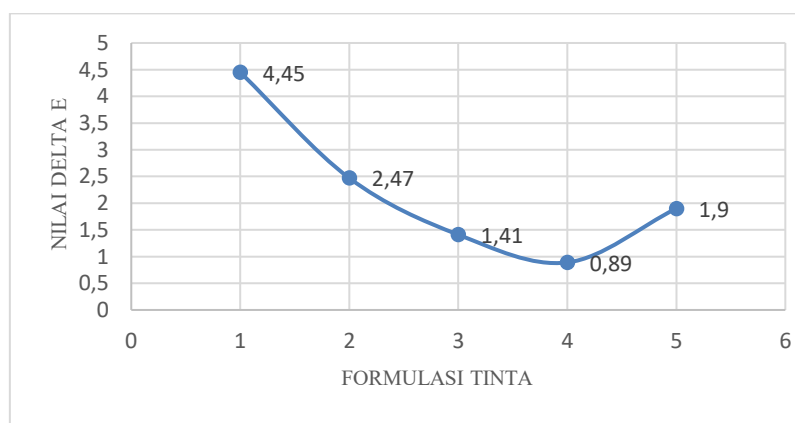
- b positif mengarah ke kuning, b negatif ke biru

Berdasarkan nilai b, formulasi T4 menghasilkan karakter warna biru yang menghasilkan tingkat kesesuaian warna terdekat terhadap standar.



Gambar 2 Grafik Lab dan Standar Target

Berdasarkan Gambar 2, dari hasil lima formula yang di uji. Masing-masing formula menghasilkan nilai *bluish shade* yang berbeda. Hal ini bisa kita lihat pada grafik gambar di atas, Variasi jenis dan komposisi pigmen dalam formulasi tinta berpengaruh terhadap pembentukan warna yang dihasilkan, seperti merah, kuning, maupun hijau (Sukmawati Suryadi et al., 2019). Nilai L mengalami peningkatan dari 45,98 pada formulasi T1 menjadi 49,96 pada T2, kemudian sedikit menurun menjadi 49,17 pada T3. Selanjutnya nilai L mengalami penurunan yang cukup signifikan pada T4 menjadi 46,32 dan kembali meningkat menjadi 47,85 pada T5. Perubahan nilai L menunjukkan bahwa variasi konsentrasi pigmen memengaruhi tingkat kecerahan warna yang dihasilkan. Pada parameter a, nilai yang diperoleh menunjukkan tren menurun seiring bertambahnya konsentrasi pigmen. Nilai a tertinggi diperoleh pada T1 sebesar 70,60 kemudian menurun menjadi 69,28 pada T2 dan 67,35 pada T3. Pada T4 nilai a sedikit meningkat menjadi 67,74 sebelum kembali menurun menjadi 66,95 pada T5. Seluruh formulasi memiliki nilai a positif yang menunjukkan dominasi warna merah. Pada parameter b, seluruh formulasi menghasilkan nilai negatif yang menunjukkan kecenderungan warna ke arah biru (*bluish shade*). Nilai b mengalami penurunan dari -6,91 pada T1 menjadi -8,21 pada T2 dan mencapai nilai terendah sebesar -10,25 pada T3. Setelah itu nilai b meningkat menjadi -9,82 pada T4 dan -9,45 pada T5. Semakin negatif nilai b, semakin kuat karakter warna biru yang dihasilkan.



Gambar 3. Nilai Delta E

Berdasarkan Gambar 3, tingkat kesesuaian warna terhadap standar juga diukur menggunakan nilai ΔE . Parameter ΔE digunakan untuk menunjukkan besarnya perbedaan warna secara keseluruhan antara sampel dan standar, sehingga penilaian tidak hanya didasarkan pada nilai L, a, dan b. Nilai ΔE mengalami penurunan dari 4,45 pada T1 menjadi 2,47 pada T2, kemudian kembali menurun menjadi 1,41 pada T3 dan mencapai nilai terendah sebesar 0,89 pada T4 sebelum meningkat menjadi 1,90. Hasil ini menunjukkan bahwa formulasi T4 memiliki nilai ΔE sebesar 0,89 yang berada di bawah batas toleransi $\Delta E \leq 1$. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa warna yang dihasilkan memiliki tingkat kesesuaian yang sangat tinggi dibandingkan formulasi lainnya, yang masih berada di

rentan lebih diatas 1. Semakin rendah nilai ΔE yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat kesesuaian warna sampel terhadap warna target yang ditetapkan (Konica Minolta Sensing, 2003).

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Variasi konsentrasi pigmen memengaruhi karakteristik warna tinta fleksografi yang ditunjukkan oleh perubahan nilai L, a, b, dan ΔE . Formulasi T4 dengan konsentrasi pigmen 64 gram menghasilkan warna yang paling mendekati standar target Red *Bluish Shade* dengan nilai L 46,32, a 67,74, dan b -9,82. Formulasi tersebut juga menghasilkan nilai ΔE terendah sebesar 0,89 yang berada di bawah batas toleransi $\Delta E \leq 1$. Hasil ini menunjukkan bahwa formulasi T4 merupakan formulasi optimum untuk menghasilkan warna yang sesuai dengan target pelanggan pada substrat LDPE White.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada Program Studi Teknologi Rekayasa Cetak Grafis dan 3 Dimensi, Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Reference

- Asaleh, R. El, Habekost, M., & Sharma, A. (2022). Accuracy Of Spot Color Reproduction In A 7-Color, Expanded Gamut, Flexographic Printing System. *Journal Of Print And Media Technology Research*, 11(2), 99–118. <https://doi.org/10.14622/JPMTR-2119>
- Ghaitsa Zahira Adni Shaffa, Emmidia Djonaedi, & Rachmah Nanda Kartika. (2025). Studi Proses Produksi Tinta Gravure Violet Dengan Parameter Capaian Warna. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4(2), 148–162. <https://doi.org/10.55606/Jurritek.V4i2.5572>
- Iyer, R. S., Babani, V. R., Yaman, P., & Dennison, J. (2021). Color Match Using Instrumental And Visual Methods For Single, Group, And Multi-Shade Composite Resins. *Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry*, 33(2), 394–400. <https://doi.org/10.1111/Jerd.12621>
- Konica Minolta Sensing, Inc. (2003). *Precise Color Communication Color Control From Perception To Instrumentation*.
- Maria Rentzhog. (2004). *Karakterisasi Tinta Fleksografi Berbasis Air Dan Interaksinya Dengan Papan Berlapis Polimer Mariar Entzhog Tesis Lisensi St Ockholm, Swedia 2004*.
- Muchtar, H., Three Anova, I., Yeni, D. G., Pengadukan, P. K., & Kehalusan, D. (2015). *The Effect Of Stirring Speed And Particle Size Of Gambier And Variation Of Composition On Some Physical Properties In Making Of Printing Ink*.
- Ohno, Y. (2000). *CIE Fundamentals For Color Measurements*.
- Phillips, C., Claypole, A., Clifford, B., & Deganello, D. (1998). *Enhanced Color Density From High-Viscosity Inkjet Inks*. <https://doi.org/10.1007/S11998>
- Rahmah, N. (2024). Kemasan Plastik Dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Produk Pangan Melalui Pengujian Gramatur Dan Densitas Plastics Packaging And Its Effects On Food Product Quality By Grammage And Density Tests. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 11, 33–42. <https://doi.org/10.26858/Jptp.V11i1.7377>
- Rizqullah Setiawan, A., Rudi Kusumantoro, H., Yoga Putra Pratama, Dan, Rekayasa Cetak Dan Grafis, T., Grafika Dan Penerbitan, T., & Negeri Jakarta, P. (2025). *Formulasi Tinta Pantone Green 2296C Menggunakan Warna Dasar Yellow 230, Blue 300 Dan Green 670*.
- Simanjuntak, L., & Sinaga, C. (2014). Ekstraksi Pigmen Antosianin Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*). In *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 3, Number 2).
- Sukmawati Suryadi, G., Nugraha, M., Azhar Ulfah Alifah, B., & Suryani, M. (2019). *Publipreneur Polimedia: Jurnal Ilmiah Jurusan Penerbitan Politeknik Negeri Media Optical Density Of Yellow Prints At Coated And Uncoated Paper* (Vol. 7, Number 2).
- Tsurumoto, M., Shimazaki, T., Hyry, J., Kawakubo, Y., Yokoyama, T., & Anzai, D. (2025). Preliminary Quantitative Evaluation Of The Optimal Colour System For The Assessment Of Peripheral Circulation From Applied Pressure Using Machine Learning. *Sensors*, 25(14). <https://doi.org/10.3390/S25144441>
- Valdec, D., Miljković, P., & Auguštin, B. (2017). The Influence Of Printing Substrate Properties On Color Characterization In Flexography According To The Iso Specifications. In *Tehnički Glasnik* (Vol. 11). Online.
- Yuniarti, E., Djonaedi, E., Rudi Kusumantoro, H., Zahira Adni Shaffa, G., Negeri Jakarta, P., GA Siwabessy, J. D., Universitas Indonesia, K., Kukusan, K., & Beji, K. (2024). *LIPIDA Peningkatan Kualitas Bio-Ink Dengan Penambahan Pigmen Kunyit Untuk Warna Yellow Pada Printer Digital*. <https://jurnal.politap.ac.id/index.php/lipida>