

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS MULTIKOMPONEN CAMPURAN KOMPLEKS LARUTAN
ZAT WARNA *CONGO RED* DAN *METHYLENE BLUE* MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS DENGAN PENDEKATAN
*MULTIVARIATE CURVE RESOLUTION (MCR)***

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian
persyaratan mencapai derajat S-1**



Oleh:
Latifah Multi Nafida
20106030013

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2024**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-845/Un.02/DST/PP.00.9/06/2024

Tugas Akhir dengan judul : ANALISIS MULTIKOMPONEN CAMPURAN KOMPLEKS LARUTAN ZAT WARNA CONGO RED DAN METHYLENE BLUE MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS DENGAN PENDEKATAN MULTIVARIATE CURVE RESOLUTION (MCR)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LATIFAH MULTI NAFIDA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106030013
Telah diujikan pada : Rabu, 29 Mei 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Karmanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 665d58f6a9b8



Penguji I
Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 665efb0351094



Penguji II
Enderuji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6657f83568d37



Yogyakarta, 29 Mei 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 665f168293b1



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Peretujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Latifah Multi Nafida
NIM : 20106030013
Judul Skripsi : Analisis Multikomponen Campuran Kompleks Larutan Zat Warna *Congo Red* dan *Methylene Blue* Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dengan Pendekatan *Multivariate Curve Resolution (MCR)*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 16 Mei 2024

Pembimbing

Karmanto, S. Si., M. Sc.
NIP: 19820504 200912 1 005

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Latifah Multi Nafida
NIM : 20106030013
Judul Skripsi. : Analisis Multikomponen Campuran Kompleks Larutan Zat Warna
Congo Red dan *Methylene Blue* Menggunakan Spektrofotometri
UV-Vis Dengan Pendekatan *Multivariate Curve Resolution (MCR)*

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 04 Juni 2024
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Latifah

Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S. Si., M. Si.
NIP. 19810627 200604 2 003



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Latifah Multi Nafida
NIM : 20106030013
Judul Skripsi : Analisis Multikomponen Campuran Kompleks Larutan Zat Warna
Congo Red dan *Methylene Blue* Menggunakan Spektrofotometri
UV-Vis Dengan Pendekatan *Multivariate Curve Resolution (MCR)*

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 3 Juni 2024
Konsultan



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820205 201503 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Latifah Multi Nafida
NIM : 20106030013
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Multikomponen Campuran Kompleks Larutan Zat Warna *Congo Red* dan *Methylene Blue* Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dengan Pendekatan *Multivariate Curve Resolution (MCR)*” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 20 Mei 2024



Latifah Multi Nafida
NIM: 20106030013

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

**Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan
(Q.S. Al-Insyirah : 5)**

Salah satu penderdilan terkejam dalam hidup adalah membiarkan pikiran yang cemerlang menjadi budak bagi tubuh yang malas, yang mendahulukan istirahat sebelum lelah

(Buya Hamka)

**Berjalanlah sejauh yang engkau inginkan, asal tetap satu tujuan yaitu
“Ridha ALLAH SWT”**



**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

HALAMAN PERSEMBAHAN

**Skripsi ini saya persembahkan untuk:
Diri saya sendiri, Ayah, Ibu, dan Kakak
Serta Almamater Program Studi Kimia
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin puji dan syukur penulis haturkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Analisis Multikomponen Campuran Kompleks Larutan Zat Warna Congo Red dan Methylene Blue Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis Dengan Pendekatan *Multivariate Curve Resolution (MCR)*" dapat selesai tepat waktu. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mencapai sarjana kimia.

Penyelesaian penulisan skripsi ini disertai dengan adanya dukungan dari berbagai pihak sehingga penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M. Si. selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Karmanto, S. Si., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah sabar dan senantiasa memberikan bimbingan, nasehat, serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Esti Wahyu Widowati, M. Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Indra Nafiyanto, S. Si. selaku Pranata Laboratorium Pendidikan Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia, serta seluruh staff UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mendampingi selama pembelajaran.
7. Bapak Mislan, Ibu Sulistyowati, Ibu RR. Farida Nur Hayati, Dimas Abdillah Rahman, RR. Ariyandita Nurchaliza, RR. Adriana Kirana Putri, R. Agha Iqbal Nuraihan sebagai keluarga yang senantiasa memberi kasih sayang dan dukungan.
8. Wenny Emilia, Ayu Puspita Sari, Siska Putri Rahmadianingrum, Indah Khoirotun Nisa, Uswatun Khasanah, Sekar Dian Fitriani, dan Viki Anisah, sebagai sahabat yang telah senantiasa memberikan dukungan.
9. Teman-teman Hydroxyl 2020 dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas dukungannya

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, karena keterbatasan penulis baik dari segi kepenulisan maupun pengetahuan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini agar dapat memberikan manfaat kepada khalayak umum.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 21 Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
NOTA DINAS KONSULTASI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
A. Latar Belakang.....	15
B. Batasan Masalah	18
C. Rumusan Masalah.....	19
D. Tujuan Penelitian	19
E. Manfaat Penelitian	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	21
A. Tinjauan Pustaka.....	21
B. Landasan Teori	28
1. Zat Warna Sintetik	28
2. <i>Methylene Blue</i>	31
3. <i>Congo Red</i>	33
4. Spektrofotometri UV-Vis.....	34
5. <i>Blind Source Separation</i> (BSS)	37
6. <i>Multivariate Curve Analysis</i> (MCR)	37
7. Uji Chi-Kuadrat	39
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	43
B. Alat-Alat Penelitian	43
C. Bahan-Bahan Penelitian.....	43
D. Cara Kerja Penelitian.....	43
1. Preparasi Sampel Limbah Sintetik Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i>	43
2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i>	44
3. Analisis Campuran Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i> Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis.....	45
4. Analisis Campuran Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i> Menggunakan Metode Analisis Kolorimetri	45

5. Analisis Campuran Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i> dengan Pendekatan <i>Multivariate Curve Resolution (MCR)</i>	45
E. Teknik Analisis Data	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Karakteristik Sampel Zat Warna Kompleks	48
1. Karakteristik Fisika Larutan Zat Warna Kompleks	48
2. Karakteristik Kimia Larutan Zat Warna Kompleks	50
B. Analisis MCR Terhadap Larutan Zat Warna Kompleks	52
1. Identifikasi Spektra Komponen Tunggal Zat Warna Hasil Analisis MCR..	52
2. Uji Kesesuaian Spektra Komponen Tunggal Hasil Analisis MCR dengan Spektra Komponen Tunggal Aktual	57
C. Korelasi Proporsi Konsentrasi Komponen Tunggal Hasil MCR dengan Konsentrasi Aktual	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
A. Kesimpulan	62
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur <i>Methylene Blue</i>	32
Gambar 2.2 Struktur <i>Congo Red</i>	33
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Panjang Gelombang Campuran Kompleks Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i>	50
Gambar 4.2 Hasil Spektra Campuran Kompleks Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i>	53
Gambar 4.3 (a) Spektra Hasil Pemisahan dengan Metode MCR, (b) Plot Total Residual	54
Gambar 4.4 Spektra Hasil MCR Menggunakan Initial guess	56
Gambar 4.5 Spektra Komponen Tunggal Hasil MCR dengan Spektra Komponen Tunggal Aktual	57
Gambar 4.6 (a) Model Kalibrasi Komponen 1 Terhadap Zat Warna <i>Congo Red</i> (b) Model Kalibrasi Komponen 2 Terhadap Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Intensitas Warna RGB Campuran Kompleks Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i>	48
Tabel 4.2 Hasil Uji Ch-Kuadrat	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	70
Lampiran 2. Pembuatan Larutan Kompleks Zat Warna <i>Congo Red</i> dan <i>Methylene Blue</i>	70
Lampiran 3. Scan Panjang Gelombang Larutan Zat Warna Kompleks	76
Lampiran 4. Hasil Identifikasi Spektra Komponen Tunggal dari Komponen Kompleks Dengan Metode MCR	81
Lampiran 5. Hasil Uji Chi-Kuadrat	87

ABSTRAK

Analisis Multikomponen Campuran Kompleks Larutan Zat Warna *Congo Red* Dan *Methylene Blue* Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis Dengan Pendekatan *Multivariate Curve Resolution* (MCR)

Oleh:

Latifah Multi Nafida

20106030013

Pembimbing:

Karmanto, S. Si., M. Sc.

Analisis multikomponen campuran kompleks terhadap zat warna *congo red* dan *methylene blue* dengan pendekatan metode MCR telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik fisika dan kimia berdasarkan warna, serta spektra serapan yang dihasilkan dari campuran kompleks larutan zat warna *congo red* dan *methylene blue*, mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari komponen kompleks, dan mengkaji adanya hubungan korelasi antara proporsi konsentrasi hasil MCR dengan konsentrasi aktual.

Spektrofotometri UV-Vis diaplikasikan guna mendapatkan data profil spektra serapan larutan campuran zat warna *congo red* dan *methylene blue*. Kemudian, dianalisis menggunakan metode *Blind Source Separation* (BSS) dengan pendekatan metode MCR yang dibuktikan dengan melakukan uji kesesuaian antara spektra komponen tunggal hasil MCR dengan spektra komponen tunggal aktual menggunakan uji chi-kuadrat, dan serta dilakukan analisis regresi linier antara matriks proporsi konsentrasi hasil MCR dengan konsentrasi aktual.

Hasil penelitian menunjukkan campuran kompleks larutan zat warna *congo red* dan *methylene blue* menghasilkan intensitas warna yang berbeda dengan profil spektra UV-Vis lebih kompleks dibandingkan spektra larutan komponen tunggal. Hasil analisis menunjukkan metode MCR dapat memisahkan dan mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari komponen kompleks dengan hasil uji chi-kuadrat diperoleh nilai p-value sebesar 1, artinya hampir tidak ada perbedaan yang signifikan antara spektra komponen tunggal hasil MCR dengan spektra komponen tunggal aktual dari zat warna *congo red* dan *methylene blue*. Hasil dari analisis regresi linier antara matriks proporsi konsentrasi hasil MCR dengan konsentrasi aktual dari zat warna menunjukkan terdapat korelasi linier dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,987 untuk komponen satu (*congo red*) dan nilai korelasi sebesar 0,747 untuk komponen dua (*methylene blue*). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa metode MCR dapat mengidentifikasi spektra komponen tunggal dalam komponen kompleks dengan adanya hubungan korelasi antara proporsi konsentrasi hasil MCR dengan konsentrasi aktual, namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait rentang linieritas uji validasi untuk analisis kuantitatif.

Kata Kunci: Kongo Merah, Metilen Biru, Spektrofotometri UV-Vis, Pemisahan Sumber Buta, Resolusi Kurva Multivariat.

ABSTRACT

Multicomponent analysis of complex mixtures of Congo Red and Methylene Blue dye solutions using UV-Vis spectrophotometry with a multivariate curve resolution (MCR) approach.

By:

Latifah Multi Nafida

20106030013

Preceptor:

Karmanto, S. Si., M. Sc.

Multicomponent analysis of complex mixture of congo red and methylene blue dyes with MCR method approach has been conducted. This study aims to assess the physical and chemical characteristics based on the colour, as well as the absorption spectra generated from the complex mixture of congo red and methylene blue dye solutions, identify the spectra of single components of the complex components, and examine the correlation between the proportion of MCR concentration results and the actual concentration.

UV-Vis spectrophotometry was applied to obtain data on the absorption spectra profile of the mixture of congo red and methylene blue. Then, it was analysed using the Blind Source Separation (BSS) method with the MCR method approach as evidenced by conducting a conformity test between the MCR result single component spectra and the actual single component spectra using the chi-squared test, and a linear regression analysis between the MCR result concentration proportion matrix and the actual concentration.

The results showed that the complex mixture of congo red and methylene blue dye solution produced different colour intensities with a more complex UV-Vis spectra profile than the single component solution spectra. The results of the analysis show that the MCR method can separate and identify the spectra of single components from complex components with the results of the chi-squared test obtained a p-value of 1, meaning that there is almost no significant difference between the single component spectra of MCR results with the actual single component spectra of congo red and methylene blue dyes. The results of the linear regression analysis between the concentration proportion matrix of the MCR results and the actual concentrations of the dyes showed a linear correlation with a correlation coefficient value of 0.987 for component one (congo red) and a correlation value of 0.747 for component two (methylene blue). Based on the results of the study, it shows that the MCR method can identify the spectra of single components in complex components with a correlation relationship between the proportion of the MCR result concentration and the actual concentration, but further research still needs to be done related to the linearity range of validation tests for quantitative analysis.

Keywords: Congo Red, Methylene Blue, UV-Vis Spectrophotometry, *Blind Source Separation* (BSS), Multivariate Curve Resolution (MCR).

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Analisis campuran kompleks memiliki tantangan dalam proses pemisahan komponen tunggal di bidang kimia analitik maupun lingkungan. Campuran kompleks yang terdiri dari beberapa komponen, seperti campuran zat warna sintetik seringkali mempunyai sifat yang berbeda. Salah satu jenis zat pewarna sintetik adalah pewarna *congo red* dan *methylene blue*. *Congo Red* merupakan zat warna organik tak jenuh antara kromofor dan auksokrom yang saling bergabung. Zat warna organik tak jenuh yang digunakan untuk zat warna yaitu senyawa aromatik, seperti senyawa hidrokarbon aromatik beserta turunannya, fenol serta turunannya, dan senyawa hidrokarbon dengan kandungan nitrogen. Gugus kromofor sebagai agen yang berfungsi untuk memberikan warna pada molekul (Septiana, 2023). Adapun zat warna *Methylene Blue* adalah pewarna sintetik yang sifatnya larut dalam air dan kationik yang mengandung senyawa hidrokarbon aromatik yang sifatnya racun (Sanjaya et al., 2017). Paparan yang dihasilkan dari kedua zat warna ini dapat memberikan efek buruk bagi kesehatan (Dwi Rha Hayu et al., 2021). Namun, campuran kedua zat warna tersebut mempunyai tantangan dalam proses pemisahan komponen individu karena perbedaan sifat dari masing-masing zat warna yang dapat menyebabkan terjadinya interaksi elektrostatik.

Metode pemisahan konvensional yang dapat digunakan untuk pemisahan campuran adalah metode HPLC. Namun, metode HPLC membutuhkan waktu cukup lama untuk analisis, penggunaan pelarut yang tidak ramah lingkungan dengan jumlah banyak, dan biaya yang tidak ekonomis. Selain itu, analisis

campuran kompleks juga dapat menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, salah satunya campuran larutan berwarna. Selain proses pengukurannya yang mudah, serta peralatannya juga sederhana (Bordagaray, A., 2019). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui serapan tiap sampel uji pada satu panjang gelombang spektrofotometri UV-Vis. Namun, metode spektrofotometri UV-Vis masih belum cukup dalam memisahkan dan mengidentifikasi profil komponen tunggal yang terkandung di dalam matriks campuran kompleks. Selain itu, metode spektrofotometri UV-Vis dengan satu panjang gelombang tidak cukup untuk memberikan informasi dalam mengidentifikasi matriks yang lebih dari satu komponen (Naseri & Ayadi-Anzabi, 2012).

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu adanya metode yang dapat memisahkan dan mengidentifikasi setiap komponen tunggal dalam campuran kompleks. Analisis campuran multikomponen dengan *Blind Source Separation* (BSS) dapat digunakan untuk menguraikan campuran dengan kandungan dua atau lebih komponen di dalamnya tanpa diketahui sumber aslinya, sehingga dapat menjadi teknik dalam menentukan data spektra komponen kompleks (Kocevska, S., 2021). BSS adalah metode pemisahan dari data matriks yang campuran, dimana data-data tersebut diasumsikan sebagai komponen yang independen. Metode BSS menerapkan prinsip algoritma matematika sebagai pemisahan dan menentukan setiap komponen-komponen zat warna limbah dalam satu campuran.

Salah satu metode dari BSS adalah analisis MCR, yaitu metode pendekatan statistik yang berkaitan dengan pemahaman pola dan hubungan antara dua atau lebih variabel dalam satu dataset menggunakan model bilinear untuk analisis

multikomponen (Stiedl et al., 2019). Pemodelan yang diterapkan pada MCR yaitu menghubungkan antar variabel sebagai kurva yang mudah berubah seiring dengan variasi nilai variabel independen, serta sebagai metode untuk analisis campuran reaksi komponen dalam jumlah banyak (Schulz et al., 2023). Artinya, dengan metode MCR dapat mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari spektra komponen kompleks tanpa pemisahan secara konvensional. Selain itu, metode MCR dapat mendekomposisi matriks campuran menjadi matriks konsentrasi untuk mengetahui kadar dari sampel zat warna (Jafari et al., 2019).

Penelitian terkait metode MCR telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya yaitu Naseri & Ayadi-Anzabi (2012) melakukan penelitian terkait pemodelan terhadap hasil dekolonisasi campuran zat warna azo, yaitu *Acid Red 27* (AR) dan *Methyl Red* (MR) menggunakan data hasil pembacaan Spektrofotometri UV-Vis dan MCR. Hasil analisis dengan metode MCR mampu menyelesaikan spektrum yang saling tumpang tindih menjadi bentuk spektrum yang jelas dan dapat menentukan konsentrasi tiap sampel. Selain itu, Aregahegn et al. (2017) juga telah melakukan penelitian mengenai degradasi fotokatalitik zat warna *Methyl Orange* dan limbah cair tekstil di Ethiopia menggunakan pendekatan metode MCR. Hasil analisis MCR menunjukkan berhasil untuk menyelesaikan berbagai zat antara yang dihasilkan selama proses degradasi fotokatalitik polutan dan mampu memecahkan profil spektra zat antara dari fotodegradasi limbah tekstil. Hasil dari kedua penelitian tersebut, menunjukkan bahwa metode MCR dapat diaplikasikan dalam campuran kompleks. Penelitian ini menerapkan metode MCR terhadap campuran larutan zat warna *congo red* dan *methylene blue*.

Berdasarkan uraian-uraian tersebut, analisis dengan pendekatan MCR terhadap multikomponen campuran kompleks larutan zat warna *congo red* dan *methylene blue* diharapkan dapat mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari spektra komponen kompleks dan diperoleh hubungan korelasi antara nilai proporsi konsentrasi hasil MCR dengan nilai konsentrasi aktual untuk analisis kuantitatif pada penelitian selanjutnya.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang teliti pada penelitian ini adalah zat warna sintetik dalam bentuk campuran larutan zat warna sintetik *Congo Red* dan *Methylene Blue*.
2. Analisis spektra campuran kompleks larutan zat warna *Congo Red* dan *Methylene Blue* menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.
3. Analisis pemisahan komponen campuran kompleks larutan zat warna *Congo Red* dan *Methylene Blue* menggunakan salah satu metode *Blind Source Separation* (BSS) dengan pendekatan *Multivariate Curve Resolution* (MCR).
4. Uji kesesuaian spektra hasil analisis MCR menggunakan uji chi-kuadrat.
5. Analisis MCR pada penelitian ini hanya diaplikasikan untuk mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari matriks komponen kompleks zat warna *Congo Red* dan *Methylene Blue*.
6. Analisis MCR pada penelitian ini hanya diaplikasikan untuk membuktikan apakah terdapat hubungan korelasi antara nilai proporsi konsentrasi hasil MCR dengan nilai konsentrasi aktual untuk analisis kuantitatif pada penelitian selanjutnya.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana warna dan spektra serapan yang dihasilkan dari campuran larutan zat warna *Congo Red* dan *Methylene Blue*?
2. Apakah metode MCR dapat mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari komponen kompleks?
3. Apakah terdapat hubungan korelasi antara proporsi konsentrasi hasil MCR dengan konsentrasi aktual?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji karakteristik fisika dan kimia berdasarkan warna, serta spektra serapan yang dihasilkan dari campuran kompleks larutan zat warna *Congo Red* dan *Methylene Blue*.
2. Mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari spektra komponen kompleks menggunakan metode MCR.
3. Mengkaji adanya hubungan korelasi antara proporsi konsentrasi hasil MCR dengan konsentrasi aktual.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait penerapan ilmu statistika, *Multivariate Curve Analysis* (MCR) dalam menganalisis dan mengidentifikasi spektra komponen

tunggal dalam matriks campuran kompleks terhadap zat warna *Methylene Blue* dan *Congo Red*.

2. Mengembangkan dan memperkenalkan lebih jauh lagi terkait analisis *Multivariate Curve Analysis* (MCR) di berbagai bidang.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Campuran kompleks larutan zat warna *congo red* dan *methylene blue* menghasilkan intensitas warna yang berbeda dengan profil spektra UV-Vis lebih kompleks dibandingkan spektra larutan komponen tunggal.
2. Hasil analisis MCR dapat mengidentifikasi spektra komponen tunggal dari matriks komponen kompleks yang menunjukkan terdapat dua komponen dalam matriks komponen kompleks dengan hasil uji chi-kuadrat, yaitu nilai p -value $1 > 0,05$ artinya H_0 diterima dan H_a ditolak, bermakna tidak ada perbedaan signifikan antara spektra komponen tunggal hasil analisis MCR dengan spektra komponen tunggal aktual.
3. Metode MCR dihasilkan regresi linier antara matriks proporsi konsentrasi hasil MCR dengan konsentrasi aktual, yaitu diperoleh nilai korelasi sebesar 0,987 untuk komponen satu (*congo red*) dan 0,747 untuk komponen dua (*methylene blue*).

B. Saran

Saran yang diusulkan untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya terkait penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya pengembangan lebih lanjut terkait metode MCR terhadap objek lain.

2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait uji linieritas untuk analisis kuantitatif dengan metode MCR.
3. Jika akan dilakukan penelitian lebih lanjut terkait analisis kuantitatif menggunakan metode MCR, sebaiknya lebih memperhatikan rentang linieritas untuk konsentrasi yang akan digunakan agar diperoleh korelasi yang baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Putri, N. S., Rosidah, R. S. N., & Ismanita, S. S. (2022). Analisis Kafein Menggunakan Metode Uv-Vis: Tinjauan Literatur. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(6).
- Abriyani, E., Sephia, R. A., Srifitriani, E., Lustianah, T., & Azzahra, S. K. (2023). Analisis Kadar Kafein Kopi, Teh, Dan Coklat Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Journal Of Comprehensive Science*, 2(1).
- 'Aini, A. N. Q., Qatrunnada, F. A., Nabila, & Maelaningsih, F. S. (2023). Analisis Klorin Pada Pembalut Secara Spektrofotometri Uv-Vis, Dan Titrasi Iodometri (Literatur Review). *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(11). <https://doi.org/10.5281/zenodo.10360452>
- Alam, M. R. N., & Mutaqin, A. K. (2023). Pemodelan Distribusi Poisson-Sujatha Pada Data Frekuensi Klaim Asuransi Kendaraan Bermotor Di Indonesia. *Jurnal Riset Statistika*, 71–78. <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i1.1944>
- Amalia, R., & Akhtamimi, I. (2016). Studi Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Zat Fiksasi Terhadap Kualitas Warna Kain Batik Dengan Pewarna Alam Limbah Kulit Buah Rambutan (*Nephelium Lappaceum*). *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 33(2), 85. <https://doi.org/10.22322/dkb.v33i2.1474s>
- Amin, A., Tinggi, S., & Farmasi Makassar, I. (2016). Determinasi Dan Analisis Finger Print Daun Miana (*Coleus Scutellarioides* Linn.) Sebagai Bahan Baku Obat Tradisional Dengan Metode Spektroskopi Ft-Ir Dan Kemometrik. *Jf Fik Uinam*, 4(2).
- Antunes, M. C., J. Simão, J. E., Duarte, A. C., & Tauler, R. (2002). Multivariate Curve Resolution Of Overlapping Voltammetric Peaks: Quantitative Analysis Of Binary And Quaternary Metal Mixtures. *Analyst*, 127(6), 809–817. <https://doi.org/10.1039/B200243b>
- Aregahegn, Z., Guesh, K., Chandravanshi, B. S., & Pérez, E. (2017). Application Of Chemometric Methods To Resolve Intermediates Formed During Photocatalytic Degradation Of Methyl Orange And Textile Wastewater From Ethiopia. *Bulletin Of The Chemical Society Of Ethiopia*, 31(2), 223–232. <https://doi.org/10.4314/bcse.v31i2.4>
- Arrizqi, F. I., Abriyani, E., Ramadhina, A. S., Musfiroh, E. N., & Herawati, S. H. (2023). Identifikasi Senyawa Antioksidan Dalam Alpukat Melalui Analisis Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3).
- Bordagaray, A., Dávila, S., Garcia-Arrona, R., Vidal, M., & Ostra, M. (2019). Simultaneous Determination Of Food Colorants In Liquid Samples By Uv-Visible Spectroscopy And Multivariate Data Analysis Using A Reduced Calibration Matrix. *Journal Of Chemometrics*, 33(10). <https://doi.org/10.1002/cem.3176>

- Chen, P. H., Shimada, R., Yabumoto, S., Okajima, H., Ando, M., Chang, C. T., Lee, L. T., Wong, Y. K., Chiou, A., & Hamaguchi, H. O. (2016). Automatic And Objective Oral Cancer Diagnosis By Raman Spectroscopic Detection Of Keratin With Multivariate Curve Resolution Analysis. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/Srep20097>
- De Juan, A., Jaumot, J., & Tauler, R. (2014). Multivariate Curve Resolution (Mcr). Solving The Mixture Analysis Problem. *Analytical Methods*, 6(14), 4964–4976. <https://doi.org/10.1039/C4ay00571f>
- De Luca, M., Ioele, G., Spatari, C., & Ragno, G. (2016). Optimization Of Wavelength Range And Data Interval In Chemometric Analysis Of Complex Pharmaceutical Mixtures. *Journal Of Pharmaceutical Analysis*, 6(1), 64–69. <https://doi.org/10.1016/J.Jpha.2015.10.001>
- Debus, B., Vitale, R., Sasaki, S., Asahi, T., Sliwa, M., & Ruckebusch, C. (2017). A Multivariate Curve Resolution Approach To Separate Uv–Vis Scattering And Absorption Contributions For Organic Nanoparticles. *Chemometrics And Intelligent Laboratory Systems*, 160, 72–76. <https://doi.org/10.1016/J.Chemolab.2016.11.011>
- Dwi Rha Hayu, L., Nasra, E., Azhar, M., & Benti Etika, S. (2021). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif Dari Kulit Durian (*Durio Zibethinus Murr.*). *Chemistry Journal*, 10. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia>
- Fan, Y., Li, J., Guo, Y., Xie, L., & Zhang, G. (2021). Digital image colorimetry on smartphone for chemical analysis: A review. *Measurement*, 171, 108829. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108829>
- Farkhan, R., Wirawan, & Widjiati, E. (2013). Penerapan Teknik Blind Source Separation. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2).
- Fessenden, R., J., & Fessenden, J., S. (1982). *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Ghaffari, M., & Abdollahi, H. (2019). A Conceptual View To The Area Correlation Constraint In Multivariate Curve Resolution. *Chemometrics And Intelligent Laboratory Systems*, 189, 121–129. <https://doi.org/10.1016/J.Chemolab.2019.04.009>
- Hadi, S., Kamelia, S., Khairunnisa, A., Farmasi Universitas Lambung Mangkurat, P., & Selatan, K. (2023). Autentikasi Batang Combertum Indicum Varr. B Terhadap Batang Varr. M Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis-Kemometrik. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 4(1).
- Haryono, H., Faizal D, M., Liamita N, C., & Rostika, A. (2018). Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi Dengan Metode Elektroflotasi.

- Educhemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(1), 94. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v3i1.2625>
- Hevira, L., Natsir, M., & Mahmud Yunus, U. (2022). *Dekolorisasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Biosorben Kulit Telur*.
- Jafari, J. M., De Juan, A., & Tauler, R. (2019). Chemometrics And Statistics | Factor Analysis Multivariate Curve Resolution. In *Encyclopedia Of Analytical Science* (Pp. 433–455). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14043-0>
- Jain, S. N. (2012). Blind Source Separation And Ica Techniques: A Review. In *Article In International Journal Of Engineering Science And Technology*. <https://www.researchgate.net/publication/265973497>
- Julizen, R. S. H. (2023). Perbandingan Pengaruh Lampu Uv Dan Sinar Matahari Pada Degradasi Zat Warna Congo Red Menggunakan Metode Fotolisis Dengan Bantuan Katalis Tio₂. In *Chemistry Journal Of Universitas Negeri Padang* (Vol. 12, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/J.Biotechadv.2008.12.001>
- Jumaeri, J., Nadiyya, A., Prasetya, A. T., & Sumarni, W. (2022). Congo Red Dye Adsorption Using Magnesium Hydroxide From Seawater Bittern. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 25(6), 205–211. <https://doi.org/10.14710/Jksa.25.6.205-211>
- Khan, A. A., Naqvi, S. R., Ali, I., Farooq, W., Anjum, M. W., Almohamadi, H., Lam, S. S., Verma, M., Ng, H. S., & Liew, R. K. (2023). Algal Biochar: A Natural Solution For The Removal Of Congo Red Dye From Textile Wastewater. *Journal Of The Taiwan Institute Of Chemical Engineers*, 105312. <https://doi.org/10.1016/J.Jtice.2023.105312>
- Khodamorady, M., & Bahrami, K. (2023). Fe₃O₄@Bnps@Zno–Zns As A Novel, Reusable And Efficient Photocatalyst For Dye Removal From Synthetic And Textile Wastewaters. *Heliyon*, 9(6), E16397. <https://doi.org/10.1016/J.Heliyon.2023.E16397>
- Kocevska, S., Maggioni, G. M., Rousseau, R. W., & Grover, M. A. (2021). Spectroscopic Quantification Of Target Species In A Complex Mixture Using Blind Source Separation And Partial Least-Squares Regression: A Case Study On Hanford Waste. *Industrial And Engineering Chemistry Research*, 60(27), 9885–9896. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c01387>
- Lachenmeier, D. W., & Kessler, W. (2008). Multivariate Curve Resolution Of Spectrophotometric Data For The Determination Of Artificial Food Colors. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 56(14), 5463–5468. <https://doi.org/10.1021/Jf800069p>

- Maro, L. (2020). Pengaruh Keluarga Penerima Program Keluarga Harapan (Pkh) Terhadap Prestasi Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Desa Mataru Timur Menggunakan Metode Chi-Kuadrat. *Jurnal Matematika Dan Aplikasinya*, 2(2).
- Miettinen, J., Nitzan, E., Vorobyov, S. A., & Ollila, E. (2021). Graph Signal Processing Meets Blind Source Separation. *Ieee Transactions On Signal Processing*, 69, 2585–2599. <https://doi.org/10.1109/TSP.2021.3073226>
- Mindarsih, T., Asyah, S. N., Ahmad, J., & Henukh, D. M. S. (2023). Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Involusi Uterus Pada Masa Nifas Di Wilayah Kerja Puskesmas Sikumana. *Chmk Midwifery Scientific Journal*, 6.
- Naseri, A., & Ayadi-Anzabi, H. (2012). Monitoring Of Decolorization Of A Two Dyes Mixture Using Spectrophotometric Data And Multivariate Curve Resolution: Modeling The Removal Process Using An Experimental Design Method. *Analytical Methods*, 4(1), 153–161. <https://doi.org/10.1039/C1ay05448a>
- Obe, L. F., Lalang, D., Lakapeni, V., & Fatim, D. (2021). Pengaruh Jumlah Anak Terhadap Pendapatan Hasil Perkebunan Kemiri Di Desa Maikang Kecamatan Alor Selatan Tahun 2020 Menggunakan Metode Chi Kuadrat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(6).
- Parastar, H. (2015). Multivariate Curve Resolution Methods For Qualitative And Quantitative Analysis In Analytical Chemistry. In *Data Handling In Science And Technology* (Vol. 29, Pp. 293–345). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63527-3.00006-0>
- Prabowo, S., Agus Prayitno, Y., & Yuliani. (2020). Chemical Profile And Observing Honey Adulteration Using Fourier Transform Infrared (Ftir) Spectroscopy And Multivariate Calibration. *J.Food Pharm.Sci*, 2020(1), 215–225. www.journal.ugm.ac.id/v3/jfps
- Raganata, T. C., Aritonang, H., & Suryanto, D. E. (2019). Sintesis Fotokatalis Nanopartikel Zno Untuk Mendegradasi Zat Warna Methylene Blue. *Chem. Prog*, 12(2), 54. <https://doi.org/10.35799/Cp.12.2.2019.27755>
- Rizki, A., Syahputra, E., & Pandia, S. (2019). Pengaruh Waktu Kontak Dan Massa Adsorben Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Dengan Aktivator H3po4 Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 08(2), 54–60. <https://talenta.usu.ac.id/jtk>
- Rouessac, F., & Rouessac, A. (2007). *Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques*. 2nd ed. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Sanjaya, H., Rida, P., Kasuma, S., Nigsih, W., Jurusankimia,), Ilmu, D., Alam, P., Negeri, U., Jln, P., Air, H., Padang, T., & 0751 7057420, I. T. (2017).

- Degradasi Methylene Blue Menggunakan Katalis Zno-Peg Dengan Metode Fotosonolisis. *Eksakta. Ppj. Unp*, 18(2). [Http://Eksakta.Ppj.Unp.Ac.Id](http://Eksakta.Ppj.Unp.Ac.Id)
- Sastrohamidjojo, H. (2001). *Dasar-Dasar Spektroskopi (Kedua)*. Yogyakarta: Liberty.
- Schulz, L., Stähle, P., Reining, S., Sawall, M., Kockmann, N., & Röder, T. (2023). Multivariate Curve Resolution For Kinetic Modeling And Scale-Up Prediction. *Journal Of Flow Chemistry*, 13(1), 13–19. <https://doi.org/10.1007/s41981-022-00252-y>
- Septiana, R. (2023). *Pemanfaatan Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Sebagai Adsorben Zat Warna Congo Red Dalam Limbah Cair Industri Tekstil*.
- Shaaban, H., Mostafa, A., Almatar, Z., Alsheef, R., & Alrubh, S. (2019). Simultaneous Determination Of Over-The-Counter Pain Relievers In Commercial Pharmaceutical Products Utilizing Multivariate Curve Resolution-Alternating Least Squares (Mcr-Als) Multivariate Calibration Model. *Journal Of Analytical Methods In Chemistry*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1863910>
- Sharma, J., Sharma, S., & Soni, V. (2021). Classification And Impact Of Synthetic Textile Dyes On Aquatic Flora: A Review. *Regional Studies In Marine Science*, 45, 101802. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101802>
- Stiedl, J., Green, S., Chassé, T., & Rebner, K. (2019). Auger Electron Spectroscopy And Uv–Vis Spectroscopy In Combination With Multivariate Curve Resolution Analysis To Determine The Cu₂o/Cuo Ratios In Oxide Layers On Technical Copper Surfaces. *Applied Surface Science*, 486, 354–361. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2019.05.028>
- Subagyo, R. (2019). *Studi Kinetika Fotokatalisis Zat Warna Metilen Biru Oleh Seng Oksida (Zno) Di Bawah Penyinaran Lampu Uv-Led*.
- Tauler, R., & De Juan, A. (2015). Multivariate Curve Resolution For Quantitative Analysis. In *Data Handling In Science And Technology* (Vol. 29, Pp. 247–292). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63527-3.00005-9>
- Wahyudi, D., Idris, J., & Abidin, Z. (2023). Tren Dan Isu Penelitian Uji-T Dan Chi Kuadrat Dalam Bidang Pendidikan. *Journal Of Mathematics Education*, 4(2).
- Yahdiana. (2011). *Studi Degradasi Zat Warna Tekstil Congo Red Dengan Metode Fotokatalitik Menggunakan Suspensi Tio₂*.