

**ANALISIS CURCUMIN COTTON BUDS (C₂B) SEBAGAI
INDIKATOR BORAKS UNTUK LITERASI SAINS BERUPA
INFOGRAFIS**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat S-1



Disusun oleh:
SENDIKA HARRISTA
19104060032

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2023



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-3782/Un.02/DT/PP.00.9/12/2023

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Curcumin Cotton Buds (C2B) sebagai Indikator Borax untuk Literasi Sains berupa Infografis

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SENDIKA HARRISTA
Nomor Induk Mahasiswa : 19104060032
Telah diujikan pada : Jumat, 15 Desember 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 65909e2f58f64



Penguji I
Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd.,
M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 657fca05a9177



Penguji II
Nina Hamidah, S.Si. M.A.
SIGNED

Valid ID: 658596e4bab2d



Yogyakarta, 15 Desember 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 65909be8b725

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sendika Harrista
NIM : 19104060032
Program Studi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“Analisis Curcumin Cotton Buds (C₂b) Sebagai Indikator Boraks Untuk Literasi Sains Berupa Infografis”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 9 Desember 2023
Yang membuat pernyataan,



Sendika Harrista
NIM. 19104060032

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp : 1 Bandel Skripsi

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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


Nama : Sendika Harrista
NIM : 19104060032
Judul Skripsi : Analisis *Curcumin Cotton Buds* (C2B) Sebagai Indikator Boraks Untuk Literasi Sains Berupa Infografis

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan 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, 13 Desember 2023
Pembimbing,


Muhammad Zamhari, S.Pd.Si M.Sc.
NIP. 19860702 201101 1 014

ABSTRAK

Meskipun berbahaya bagi kesehatan tubuh, boraks masih banyak digunakan secara ilegal dalam pengolahan makanan untuk mengawetkan dan memperbaiki penampilan produk makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi boraks sedini mungkin untuk menghindari bahaya terpapar boraks dengan mengembangkan instrumen kolorimeter sederhana berupa *curcumin cotton buds* (C₂B) serta menjadikannya sebagai infografis sebagai upaya meningkatkan literasi sains terkhusus bagi siswa di Indonesia. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dimana instrumen kolorimeter sederhana akan dikembangkan berdasarkan eksperimen, kemudian hasil penelitian akan dianalisis kaitannya dengan kompetensi dasar pada materi Kimia SMA kurikulum 2013 revisi 2018 dan level literasi sains berdasarkan PISA untuk dijadikan literasi sains berupa infografis. Sistem kolorimeter sederhana dibuat dari kardus yang dilengkapi dengan lampu LT-340REC sebagai sumber cahaya dan *smartphone* sebagai *detector* dan *recorder*, sedangkan C₂B dibuat dengan merendam *cotton buds* ke dalam ekstrak *curcumin* dari kunyit. Studi pendahuluan terhadap sistem kolorimeter menyatakan bahwa sistem kolorimeter telah memenuhi syarat analisis dengan kesalahan acak rendah yang dinyatakan dengan nilai *relative response* sebesar 0,58-1,16%. Uji presisi indikator C₂B dilakukan dengan uji kedapatulangan pada konsentrasi boraks 0,2-1,0 mM dan stabilitas pada konsentrasi boraks 0,8 mM. Penentuan boraks menghasilkan tiga kurva kalibrasi, yaitu pada rentang 0,08-1 mM ($R^2= 0,998$), 1-10 mM ($R^2= 0,967$), dan 20-80 mM ($R^2= 0,992$). Metode ini menawarkan batas deteksi sebesar 34,9 μM dan batas kuantifikasi sebesar 116,4 μM dengan hasil uji kedapatulangan dan stabilitas yang baik (RSD= 3,44-8,97%; $\Delta R\%= 1,73\%$). Penentuan kadar boraks dengan indikator C₂B menunjukkan tingkat ketelitian dan kestabilan yang baik dengan hasil validasi memenuhi standar yang ditetapkan oleh AOAC. Berdasarkan hasil analisis keterkaitan *curcumin cotton buds* (C₂B) sebagai indikator boraks dengan KD pada Kurikulum 2013 dan level literasi sains, indikator C₂B memiliki potensi sebagai sumber belajar yang dapat meningkatkan kemampuan literasi sains berdasarkan hasil analisis kurikulum kimia SMA.

Kata Kunci: boraks, indikator C₂B, literasi sains, infografis

MOTTO

“Jangan takut dengan masalah, karena dengan masalah kamu akan mempunyai peluang lebih tinggi untuk berkembang”

**“Laa tahzan, innallaha ma’ana”
Gausah sedih, kan ada Allah**

Ame lah mutus, kerjekalah ye serius

~ My Father, Harulisman ~

**“You never fail until you stop trying”
~ Albert Einstein ~**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Atas karunia Allah SWT skripsi ini penulis persembahkan

Kepada:

Harulisman dan Rike Istita Dewi

Selaku bapak dan ibu tercinta

Lola Dwi Meiliza dan Ravasya Alghofari

Selaku adik tercinta

Semua sahabat dan teman seperjuangan

Yang selalu memberikan dukungan tak terbatas kepada penulis

Almamater tercinta

Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kenikmatan yang diberikan Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Analisis Curcumin Cotton Buds (C₂B) Sebagai Indikator Boraks Untuk Literasi Sains Berupa Infografis**”. Salawat dan salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan yang baik bagi semua manusia.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari adanya peran berbagai pihak yang telah banyak membantu baik dukungan berupa moril maupun materil. Maka dari itu, dengan tulus hati penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Phil. Al-Makin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Prof. Dr. Sri Sumarni, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Khamidinal, S.Si., M.Si, selaku Kepala Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
4. Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc., selaku pembimbing yang senantiasa memberikan arahan serta bimbingan dalam menyelesaikan skripsi
5. Segenap dosen Prodi Pendidikan Kimia yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis selama delapan semester
6. Bapak Harulisman dan Ibu Rike Istita Dewi selaku orang tua dari penulis yang senantiasa memberikan bantuan baik doa maupun biaya kepada penulis
7. Lola Dwi Meiliza dan Ravasya Alghofari selaku adik tercinta yang selalu memberi senyum baik disaat senang atau susah
8. Segenap keluarga besar yang telah membantu baik berupa moril maupun materil kepada penulis
9. Segenap keluarga KKN Tradisi Nusantara (Rizki, Aji, Arin, Pretty, Aul, Afel, Via, Ahmad, Aufa, Henny, Dedek, Dan Pak Very) dan PLP PHYBOMACHE (Shima, Sita, Jihan, Tasya, Debet, Paketu, Billa, Indah, Farida, Kay, Halim, Dan Mba Roza) yang selalu memberikan dukungan dalam pembuatan tugas akhir
10. Teman-teman satu kos: Latif, Bang Bastian, Arda, Bang Bai, dan Himawan yang selalu mendukung, membantu, dan mengingatkan penulis.

11. Anggota grup Diskusi Bersama (Latif, Tasya, Khori, Septi, Zafira, dan Septi) dan Ora Lulus Ora Uwu (Noor, Nada, Mas Muadz, Rusydan, Bastian, dan Erna) yang selalu ada untuk berdiskusi dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir
12. Sahabat-sahabat seperjuangan Pendidikan Kimia angkatan 2019 serta adik tingkat angkatan 2020 dan 2021 yang telah menemani dan memberikan banyak pengalaman selama masa perkuliahan
13. Seluruh teman dekat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Semoga Allah SWT memberikan ganjaran yang setimpal atas segala bantuan telah diberikan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik saran dari pembaca yang bersifat membangun demi terwujudnya hasil yang lebih baik kemudian hari. Semoga skripsi yang sederhana ini dapat memberikan manfaat. Aamiin yaa rabbal 'alamin.



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Kajian Teori.....	5
1. Boraks	5
2. Kunyit	5
3. Literasi sains	10
4. Infografis sebagai Sumber Belajar.....	13
B. Kajian Penelitian Yang Relevan.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
A. Jenis Penelitian	16
B. Pengembangan <i>Curcumin Cotton Buds</i> (C ₂ B) Sebagai Indikator Boraks.....	16
1. Lokasi dan Waktu Penelitian	16

2. Alat dan Bahan	16
3. Preparasi Larutan standar	17
4. Pembuatan Sistem Instrumen Kolorimeter Sederhana	17
5. Studi Pendahuluan Sistem Instrumen Kolorimeter.....	18
6. Pembuatan Indikator C ₂ B	19
7. Mekanisme Kerja Indikator C ₂ B	20
8. Performa Analisis Indikator C ₂ B.....	21
C. Analisis Keterkaitan <i>Curcumin Cotton Buds</i> (C ₂ B) Sebagai Indikator Boraks Dengan KD Pada Kurikulum 2013 Dan Level Literasi Sains Untuk Dijadikan Literasi Sains	22
1. Analisis KD pada Kurikulum Kimia SMA dan Analisis Level Literasi Sains...	22
2. Memilih dan Menentukan Media untuk dijadikan Literatur Sains	23
D. Teknik Pengumpulan Data	23
1. Dokumentasi	23
2. Studi Kepustakaan	23
E. Teknik Analisis Data	23
1. Data Kuantitatif	23
2. Data kualitatif	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
A. Pengembangan <i>Curcumin Cotton Buds</i> (C ₂ B) Sebagai Indikator Boraks.....	25
1. Preparasi Larutan Standar	25
2. Pembuatan Sistem Instrumen Kolorimeter Sederhana	25
3. Studi Pendahuluan Sistem Instrumen Kolorimeter.....	25
4. Pembuatan Indikator C ₂ B	26
5. Performa Analisis Indikator C ₂ B.....	27

B. Analisis Keterkaitan <i>Curcumin Cotton Buds</i> (C ₂ B) Sebagai Indikator Boraks Dengan KD Pada Kurikulum 2013 Dan Level Literasi Sains Untuk Dijadikan Literasi Sains	29
1. Analisis KD pada Kurikulum Kimia SMA dan Analisis Level Literasi Sains... 29	
2. Infografis C ₂ B sebagai Indikator Boraks untuk Literatur Sains	34
BAB V PENUTUP	36
A. Kesimpulan.....	36
B. Saran.....	36
C. <i>Acknowledgement</i>	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	44



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Analisis kaitan kompetensi dasar kurikulum kimia SMA dengan proses pembuatan indikator boraks.....	30
Tabel 4.2. Penamaan senyawa <i>curcumin</i>	32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur kimia <i>curcuminoid</i>	6
Gambar 2.2 Tautomer keto-enol <i>curcumin</i>	7
Gambar 2.3 Area reaktivitas kimia pada <i>curcumin</i>	7
Gambar 2.4 Reaksi pembentukan kompleks <i>rosocyanine</i>	8
Gambar 2.5 Transformasi struktur <i>curcumin</i> pada suasana asam dan basa.....	8
Gambar 3.1 Skema pembuatan sistem instrumen kolorimeter sederhana	17
Gambar 3.2 Analisis nilai R (a) sebelum injeksi larutan standar, (b) setelah injeksi larutan standar pada indikator C ₂ B menggunakan app Colorimeter	18
Gambar 3.3 Proses pembuatan indikator C ₂ B.....	19
Gambar 3.4 Transformasi warna dan struktur <i>curcumin</i> pada indikator C ₂ B seiring peningkatan nilai pH akibat penambahan boraks	21
Gambar 4.1 Sistem instrumen kolorimeter yang telah dikembangkan	25
Gambar 4.2 Uji stabilitas operasi pada sistem instrumen kolorimeter dengan kertas berwarna merah sebagai larutan standar.....	26
Gambar 4.3 Pengaruh (a) konsentrasi, (b) waktu perendaman <i>cotton buds</i> dalam ekstrak <i>curcumin</i> pada proses pembuatan indikator C ₂ B pada pengujian konsentrasi boraks 1 mM	27
Gambar 4.4 Rentang linier analisis boraks menggunakan indikator C ₂ B pada konsentrasi 0-100 mM	28
Gambar 4.5 Uji (a) kedapatulangan pada konsentrasi boraks 0,02-1,0 mM, (b) stabilitas pada konsentrasi boraks 0,8 mM menggunakan indikator C ₂ B.....	29
Gambar 4.6 Ikatan kovalen koordinasi <i>rosocyanine</i>	30
Gambar 4.7 Infografis indikator C ₂ B sebagai literatur sains	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel uji stabilitas operasi instrumen kolorimeter	44
Lampiran 2. Tabel pengaruh konsentrasi filtrat curcumin.....	44
Lampiran 3. Tabel pengaruh waktu perendaman <i>cotton buds</i>	45
Lampiran 4. Tabel pengujian rentang linier.....	40
Lampiran 5. Perhitungan LOD dan LOQ	41
Lampiran 6. Tabel uji kedapatulangan pada konsentrasi 0,2-1,0 mM.....	42
Lampiran 7. Tabel uji stabilitas pada konsentrasi Boraks 0,8 mM.....	42



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Natrium tetraborat dekahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), juga sering dikenal sebagai boraks, merupakan senyawa yang banyak ditemukan di negara Turkey dengan total 73% boraks di dunia (Qaiyyum *et al.*, 2023). Secara umum, senyawa ini sering digunakan di berbagai produk seperti pembersih, pelembap, pengemulsi, agen penyangga, agen tekstur karet, pengawet kayu, pembasmi kecoa, pembasmi semut, dan lainnya (Yanti *et al.*, 2023). Karena dapat mencerahkan dan mengawetkan, boraks banyak digunakan secara ilegal dalam pengolahan makanan untuk mengawetkan dan memperbaiki penampilan produk makanan. Berdasarkan hasil penelitian Harimurti *et al.* (2020), semua sampel dari 34 sampel bakso tusuk di daerah Bantul, Yogyakarta positif mengandung boraks dengan konsentrasi antara 0,06-5,15%. Sari *et al.* (2021) menemukan kadar boraks pada 10 sampel bakso dari Pasar Ciroyom, Kota Bandung, sebesar 3.672,9 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Baru-baru ini, Aisyah *et al.* (2023) juga menemukan bahwa semua sampel dari 16 sampel bakso di daerah Kecamatan Banyuwangi positif mengandung boraks.

Meskipun penggunaan boraks sebagai pengawet makanan telah dilarang dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 33 Tahun 2012, sulitnya membedakan makanan yang mengandung boraks dimanfaatkan oleh produsen yang tidak bertanggung jawab untuk mendapatkan keuntungan lebih (Nopiyanti *et al.*, 2018). Tidak hanya produsen yang kurang pengetahuan terhadap bahaya boraks, produsen yang mengetahui bahaya boraks terhadap kesehatan masih banyak yang tetap menggunakan boraks dalam pengolahan makanan. Penelitian (Fauzi & Susanna, 2019) menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang bermakna antara tingkat pengetahuan dan tanggung jawab pedagang di daerah kantin Kampus X Universitas Indonesia terhadap penggunaan boraks. Padahal, boraks sangat beracun, karsinogen, dan dapat menyebabkan kerusakan kumulatif pada perut, ginjal, hati, paru-paru, dan otak manusia (Hazman *et al.*, 2018).

Deteksi boraks sedini mungkin merupakan salah satu langkah pencegahan terhindar dari bahaya boraks. Beberapa instrumen konvensional seperti spektrofotometri, kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC), spektrometri serapan atom tungku grafit (GFAAS), spektrometri emisi atom-plasma yang digabungkan secara induktif (ICP-AES), dan spektrometri massa plasma yang digabungkan secara induktif (ICP-MS) telah banyak digunakan untuk menganalisis kandungan boraks (Choi & Jun, 2008). Meskipun instrumen konvensional ini mempunyai sensitivitas dan akurasi yang tinggi, penggunaan untuk deteksi sampel membutuhkan operasi pra-perawatan yang rumit dan instrumenasi yang mahal. Oleh karena itu, diperlukan untuk pengembangan metode yang mudah, cepat, murah, dan sensitif untuk deteksi boraks secara langsung.

Kemampuan *curcumin* dapat berubah warna pada pH yang berbeda dan dapat membentuk kompleks metal-*curcumin* menawarkan sensor kolorimetri baru dengan metode yang lebih sederhana, cepat, murah, dan sensitif. Kemampuan ini menarik perhatian peneliti di Indonesia khususnya dalam mengembangkan sensor kolorimetri berbasis *curcumin* untuk deteksi boraks. Astuti & Nugroho (2017) menggunakan reagen curcumax yang terdiri dari campuran asam klorida, polivinil alkohol (PVA), *curcumin*, dan akuades untuk mendeteksi boraks secara kualitatif dan kuantitatif dengan melihat perubahan warna dan spektrofotometri secara berturut. Hasil positif pengujian sampel ditunjukkan berdasarkan perubahan warna dari kuning menjadi oranye dan reagen ini mampu mendeteksi boraks 0,5% pada sampel yang telah direbus selama 15 menit. Rahman (2019) melakukan pengujian kualitatif senyawa boraks 0,1M dengan cara *drop test curcumin extract*. Keberadaan boraks pada sampel ditunjukkan dengan adanya perubahan warna *curcumin extract* dari kuning menjadi kemerahan. Yanti *et al.* (2023) mengembangkan uji kualitatif boraks dengan menggunakan kertas yang dimuat ekstrak *curcumin*. Perubahan warna kertas *curcumin* dari kuning menjadi merah bata mengindikasikan keberadaan boraks pada sampel.

Upaya preventif lain yang bisa dilakukan untuk menghindari keracunan boraks adalah dengan meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang bahaya boraks. Mempelajari informasi terkait bahaya boraks termasuk salah satu bentuk literasi sains.

Literasi sains adalah kemampuan untuk memahami dan mengevaluasi pengetahuan ilmiah sebagai dasar untuk mengambil keputusan sehari-hari (Crowell & Schunn, 2016). Literasi sains menjadi sangat penting dalam menentukan kesehatan umum suatu bangsa karena pada tingkat hubungan dalam masyarakat terdapat hubungan antara sains dan budaya (Laugksch, 2000). Rendahnya budaya membaca di kalangan masyarakat yang mengindikasikan kurangnya literasi sains diduga menjadi salah satu penyebab rendahnya kesadaran terhadap bahaya keracunan boraks.

Program of International Students Assessment (PISA) merupakan program penilaian dari *The Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD). PISA mengukur kemampuan anak usia dini 15 tahun untuk menggunakan pengetahuan dan keterampilan membaca, matematika, dan sains dalam menghadapi tantangan kehidupan nyata. Indonesia merupakan salah satu negara yang berpartisipasi dalam program ini. Hasil PISA menunjukkan bahwa Indonesia berada pada urutan 70 dari 78 negara dengan skor 396. Hasil ini masih jauh dari rata-rata nilai prestasi literasi sains seluruh negara OECD yaitu 489 (OECD, 2019).

Rendahnya literasi sains peserta didik di Indonesia harus dijadikan sebagai bahan evaluasi terhadap sistem pendidikan Indonesia. Salah satu cara untuk meningkatkan literasi sains adalah dengan mengembangkan sumber belajar berupa infografis. Infografis dirancang sebagai media pembelajaran yang menyampaikan berbagai jenis informasi yang dibuat berdasarkan kaidah ilmu desain komunikasi visual (Ariesta, 2017). Mansur & Rafiudin (2020) menyatakan bahwa pemakaian media infografis pada pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar siswa sebesar 81,78%. Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Firdaus *et al.* (2021) menyatakan materi yang disajikan dalam bentuk infografis dapat mempermudah siswa dalam memahami materi sebesar 88,67%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengembangan sensor kolorimetri dari *Curcumin Cotton Buds* (C₂B) sebagai indikator boraks sebagai alternatif sumber pembelajaran kimia berupa infografis yang diharapkan dapat mendukung pengembangan kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat ketelitian dan kestabilan indikator *curcumin cotton buds* dalam menentukan kadar boraks?
2. Apakah hasil penelitian *curcumin cotton buds* sebagai indikator boraks berpotensi untuk dijadikan literasi sains berupa infografis?

C. Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan tingkat ketelitian dan kestabilan indikator *curcumin cotton buds* dalam menentukan kadar boraks pada sampel larutan standar.
2. Menganalisis hasil penelitian *curcumin cotton buds* sebagai indikator boraks berdasarkan KD pada kurikulum 2013 revisi 2018 kimia dan level literasi sains berdasarkan PISA untuk literatus sains berupa infografis.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mempelajari tingkat ketelitian dan kestabilan indikator *curcumin cotton buds* dalam menentukan kadar boraks
2. Untuk menganalisis hasil penelitian *curcumin cotton buds* sebagai indikator boraks untuk dijadikan literasi sains berupa infografis

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan *curcumin cotton buds* sebagai indikator boraks dan dapat digunakan sebagai literasi sains dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

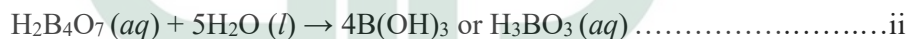
TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Boraks

Boraks merupakan garam natrium dengan rumus $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ yang berasal dari logam Boron (B) dan umumnya digunakan sebagai pengental, anti-jamur, pengawet, antiseptik, pengawet kayu, mainan anak, dan antiseptik pada kosmetik (Cahyadi, 2008). Zat ini tidak berbau, berbentuk kristal, stabil, dan bersifat racun bagi seluruh sel dalam tubuh (Syah, 2005). Hadrup *et al.* (2021) menyatakan kadar normal boron pada darah dan urin sebesar 241 $\mu\text{g B/L}$ dan 1130 $\mu\text{g B/L}$, sedangkan di dalam jaringan berkisar antara 0,06 hingga 1,2 mg B/kg. Keracunan akut (*non-fatal*) asam borat pada manusia dilaporkan pada kadar 30-450 mg B/kg bb dan keracunan fatal paparan oral asam borat sebesar 500 mg B/kg bb pada bayi dan 76 mg B/kg bb pada pria berusia 77 tahun (Ishii *et al.*, 1993; Pedicelli *et al.*, 2015).

Katzung *et al.* (2009) menjelaskan bahwa boraks yang dikonsumsi akan bereaksi dengan asam klorida di dalam lambung menghasilkan asam borat (**reaksi i**) dan terdisosiasi menjadi boron (**reaksi ii**) menurut reaksi berikut:



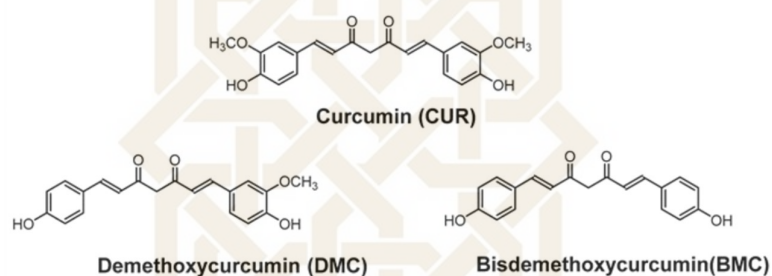
Boron yang tidak ter-metabolisme akan menyebar ke seluruh bagian tubuh manusia dan memungkinkan untuk bereaksi dengan berbagai biomolekul karena memiliki afinitas yang tinggi terhadap gugus hidroksil, amino, dan tiol pada sel dalam tubuh.

2. Kunyit

Kunyit merupakan rimpang kering yang berasal dari tiga varietas utama tanaman *Curcuma Longa*, yaitu *curcuma aromatica*, *curcuma wenyujin*, dan *curcuma domestica* (Chand, 2019). Tanaman ini termasuk keluarga jahe (*zingiberaceae*) dan merupakan tanaman asli dari India dan kemudian tumbuh di beberapa belahan dunia termasuk di Asia Tenggara seperti Thailand, Jepang, Indonesia, dan beberapa daerah tropis lainnya seperti Afrika (Gopinath & Karthikeyan, 2018). Kunyit biasanya digunakan sebagai bumbu dan pewarna

makanan serta sebagai bahan obat tradisional yang telah dipelajari secara ekstensif pada beberapa dekade terakhir.

Hingga kini, lebih dari 133 varietas kunyit telah diidentifikasi (Prasad *et al.*, 2014). Komponen senyawa dari kunyit terdiri dari 70% karbohidrat, 13% kelembapan, 6% protein, 6% minyak esensial, 5% lemak 3% mineral, 3-5% *curcuminoids*, dan beberapa vitamin (Priyadarsini, 2014). Komposisi *curcuminoid* (**Gambar 2.1**) pada kunyit terdiri atas 66-70% *curcumin*, 20-27% *demethoxycurcumin*, dan 10-15% *bismethoxycurcumin* (Ashraf *et al.*, 2015).



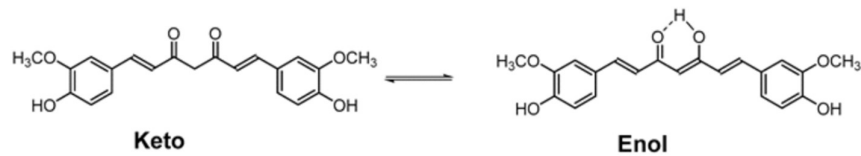
Gambar 2.1 Struktur kimia *curcuminoid*

a. *Curcumin (diferuloylmethane)*

Curcumin pertama kali ditemukan pada tahun 1815 dari rimpang kurkuma longa oleh Vogel dan Pelletier. Setelah beberapa dekade, kemungkinan struktur dari senyawa *curcumin* telah dilaporkan oleh beberapa saintis sebagai *diferuloylmethane* atau *1,7-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,6-heptadiene-3,5-dione* (**gambar 2.1**) (Prasad *et al.*, 2014). *Curcumin* mempunyai banyak khasiat sebagai obat seperti anti-bakteri, anti-virus, antidepresan, anti-kanker, dapat membentuk senyawa kompleks metal dari *curcumin* dan lain-lain (Al-Noor *et al.*, 2022).

Curcumin, pigmen utama kunyit, mempunyai dua bentuk tautomer, yaitu tautomer keto- dan tautomer enol (**gambar 2.2**). Tautomer keto- lebih dominan terbentuk pada kondisi pH netral dan asam, sedangkan tautomer enol lebih dominan terbentuk pada kondisi pH basa (Payton *et al.*, 2007). Senyawa ini termasuk senyawa *hydrophobic* (tidak larut pada pelarut polar) pada suhu ruangan dan akan larut pada pelarut organik seperti metanol, etanol, aseton, dan *dimethyl sulfoxide* (Priyadarsini, 2014). *Curcumin* tidak stabil pada lingkungan

basa (sangat mudah terdegradasi secara otomatis) dan cerah, tapi stabil pada suhu tinggi dan asam (Goel *et al.*, 2008).

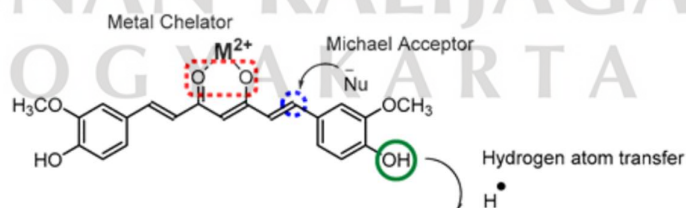


Gambar 2.2 Tautomer keto-enol *curcumin*

b. Sensitivitas *Curcumin* dan Berbagai Aplikasinya

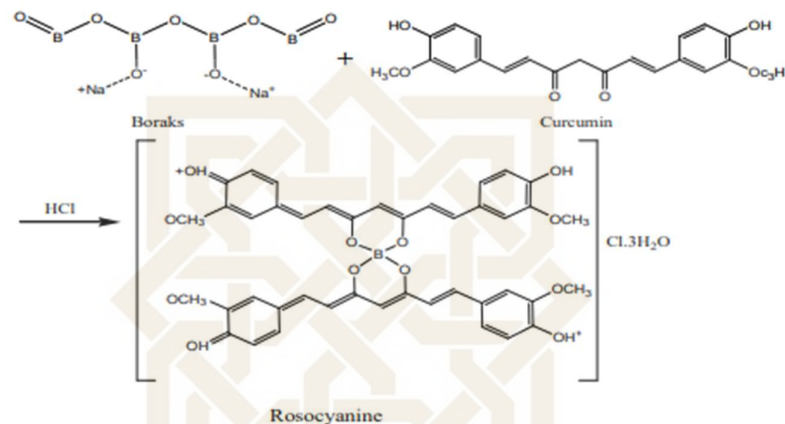
Pada umumnya, *curcumin* digunakan sebagai bumbu, pewarna alami, dan pengawet dalam berbagai makanan dan minuman serta obat-obatan. Beberapa dekade ini, kompleks metal dari *curcumin* telah memikat perhatian peneliti di seluruh belahan dunia. *Curcumin* menjadi bahan yang sangat penting untuk pengobatan penyakit Alzheimer dan aktifitas antioksidan *in vitro* (Al-Noor *et al.*, 2022). Kemampuan *curcumin* membentuk senyawa kompleks dengan beberapa ion logam menjadikan senyawa ini memiliki kemampuan yang lebih baik daripada sebelumnya dalam pengembangan obat baru.

Curcumin dapat dengan mudah mengkelat beberapa ion logam membentuk kompleks metal-*curcumin*. Hal ini karena *curcumin* (CUR) mempunyai tiga area reaktif yaitu pada area donor atom hidrogen, area akseptor Michael, dan area *metal chelator* (Ghosh *et al.*, 2015). *Metal chelator area* atau Gugus α,β -tak jenuh β -diketon dari CUR (**gambar 2.3**) adalah agen pengkelat logam yang sangat baik dan membentuk kompleks dengan beberapa ion logam (Kotha & Luthria, 2019).



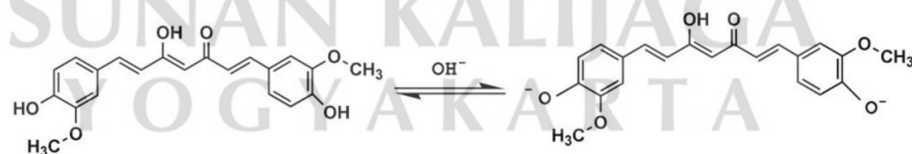
Gambar 2.3 Area reaktivitas kimia pada *curcumin*

Kemampuan *curcumin* mengkelat logam dapat digunakan sebagai indikator boraks. Warna kuning khas dari *curcumin* akan berubah menjadi merah ketika mengkelat ion B^{3+} membentuk senyawa kompleks CUR- B^{3+} (**gambar 2.4**) yang sering disebut *rosocyanin chelate* atau *boron cyanocurcumin complex* (Keswick, 2022).



Gambar 2.4 Reaksi pembentukan kompleks *rosocyanine*

Selain itu, aplikasi curcumin sebagai indikator kolorimetri yang sensitif terhadap pH juga telah banyak digunakan. Chen et al. (2020) membuat kemasan visual indikator pH dari biofilm yang mengandung curcumin dan antosianin untuk memantau kesegaran ikan. Perubahan warna pada kemasan terjadi akibat pelepasan gas amonia yang terperangkap mengakibatkan peningkatan pH pada kemasan. Suasana basa akan membuat curcumin berubah warna dari kuning menjadi merah coklat kemerahan (**gambar 2.5**) (Ma et al., 2017).



Gambar 2.5 Transformasi struktur *curcumin* pada suasana asam dan basa

c. Isolasi Curcumin dari Kunyit

Metode ekstraksi *Soxhlet*, dan *solid-liquid* adalah metode ekstraksi konvensional yang sering digunakan untuk mengisolasi *curcumin* (Jiang et al., 2021). Ekstraksi *curcumin* dari kunyit harus menggunakan pelarut non-polar

seperti aseton dan benzena. Hasil dari ekstraksi *curcumin* biasanya berupa bubuk kurkuma, pewarna makanan alami, dan bubuk *curcumin* (Al-Noor *et al.*, 2022).

Ekstraksi padat-cair (*Solid-liquid extraction*) atau juga dikenal dengan ekstraksi maserasi/perendaman adalah metode yang didasarkan pada dua prinsip, yaitu difusi dan/atau osmosis (Jiang *et al.*, 2021). Metode ini telah dikenal sejak lama dan masih banyak digunakan. Untuk mencapai kondisi ekstraksi terbaik, terdapat tiga variabel yang harus dioptimalkan; Menurunkan *granulometry* padatan akan menambah luas kontak permukaan antara padatan dan cair sehingga hasil ekstraksi akan semakin banyak; menaikkan temperatur sistem akan mengurangi waktu karena peningkatan difusi (Fick's law); peningkatan "afinitas" cairan ekstraksi terhadap senyawa yang akan diekstraksi meningkatkan efektivitas proses ekstraksi (Naviglio *et al.*, 2019).

Berbagai macam pelarut baik pelarut organik dan kombinasi pelarut organik-cair telah banyak digunakan untuk mengisolasi *curcumin*. Popuri & Pagala (2013) mendapatkan hasil ekstraksi *curcumin* pada suhu 30°C selama 1 jam dengan pelarut etanol sebanyak 0,26 mg (padat-pelarut= 1:8). Hasil ini lebih banyak daripada hasil ekstraksi dengan pelarut aseton, etil aseton, metanol, dan isopropyl pada kondisi ekstraksi yang sama. Dapat disimpulkan bahwa pelarut etanol merupakan pelarut terbaik untuk isolasi senyawa *curcumin* dari kunyit.

Ekstraksi *Soxhlet* merupakan metode standar yang digunakan untuk ekstraksi padatan-cair senyawa bioaktif dari berbagai tumbuhan. Metode ini ditemukan pada tahun 1879 oleh ahli kimia Jerman *Soxhlet*. Hingga kini, telah banyak peneliti menggunakan metode ekstraksi *Soxhlet* dalam melakukan penelitian (Dutta & Bimal Dutta, 2015). Shirsath *et al.* (2017) mendapatkan hasil ekstraksi *curcumin* dari metode ekstraksi *Soxhlet* lebih banyak daripada metode ekstraksi maserasi, dan (UEA). Namun, metode ekstraksi *Soxhlet* memerlukan temperatur tinggi dan waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan metode ekstraksi UEA. Untuk itu, metode ekstraksi *Soxhlet* bertekanan tinggi, ekstraksi *Soxhlet* otomatis, dan ekstraksi *Soxhlet* dengan bantuan gelombang hadir sebagai solusi dari kekurangan metode ekstraksi *Soxhlet* sebelumnya (Luque de Castro & Priego-Capote, 2010).

3. Literasi sains

Pendidikan adalah bagian dari elemen penting dalam menunjang dan menjamin keterampilan belajar, berinovasi, dan memanfaatkan teknologi serta media informasi belajar, bekerja, juga tentang bertahan hidup. Saat ini, revolusi emosi berkembang di abad 21 dan memperkuat magnet nya dalam penelitian pembelajaran, pendidikan, kognisi, interaksi sosial, teknik, dan ilmu komputer, Pendidikan pun menjadi salah satu yang paling mempengaruhinya (Septiani & Susanti, 2021). Revolusi ini menghubungkan pengalaman dunia kompleks dengan pembelajaran formal, informal, sosial dan pribadi.

Berdasarkan Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, pemerintah Indonesia mengharapkan setiap proses pembelajaran yang dipandu dengan kaidah-kaidah pendekatan saintifik/ilmiah. Ciri khas yang dianggap sebagai kekuatan dalam kurikulum terutama terhadap Kurikulum 2013 yang zaman sekarang telah marak disosialisasikan pengimplementasiannya di berbagai daerah seluruh di Indonesia sudah mulai merata dan menjadi Kurikulum yang banyak dipakai setiap instansi negeri saat ini (Verawati *et al.*, 2014).

Pendidikan di era global telah banyak membuat bermunculan nya pembelajaran yang menarik minat siswa. Terdapat berbagai jenis model pembelajaran salah satunya adalah Literasi Sains. Literasi sains Itu sendiri digunakan karena literasi sains sebagai media pembelajaran serta pengajaran di bidang pendidikan yang cocok untuk berbagai tingkatan pendidikan. Literasi sains merupakan kemampuan untuk ikut serta pada isu dan ide sains sebagai refleksi seorang masyarakat, yang mampu terlibat dalam wacana yang berdasarkan sains dan teknologi. Media yang dipakai juga beragam dengan latar belakang tujuan yang sama untuk menunjukkan sistematis cakupan penelitian. Literasi sains dengan media info grafis sebagai alat bantu penyampaian informasi kepada siswa yang sesuai dengan karakter millennial yang erat dengan Teknologi (Ariesta, 2017).

Berdasarkan OECD PISA 2018, literasi sains merupakan kemampuan yang dimiliki seseorang untuk memanfaatkan pengetahuan sains dalam kehidupannya. Ada tujuh tingkat kemahiran sains dalam PISA, yaitu (OECD, 2019):

a. Level 6

Siswa level 6 mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Siswa mampu menginterpretasikan data dan bukti yang relevan serta mampu menggunakan pengetahuan melebihi kompetensi dasar pada sekolah biasa
- 2) Siswa mampu memahami dan menggambarkan berbagai konsep ilmiah yang saling berkaitan dalam ilmu kimia, kehidupan, bumi dan ruang angkasa, serta dapat menggunakan konten pengetahuan untuk membuat hipotesis penjelasan tentang fenomena, peristiwa, dan proses ilmiah baru

b. Level 5

Siswa level 5 mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Siswa mampu menggunakan konsep ilmiah dalam menjelaskan fenomena, peristiwa dan proses yang kompleks
- 2) Siswa mampu menggunakan pengetahuan epistemic dalam mengevaluasi desain eksperimental alternatif
- 3) Siswa mampu menggunakan pengetahuan teoritis dalam menginterpretasikan informasi dan membuat prediksi
- 4) Siswa mampu mengevaluasi prosedur eksplorasi pertanyaan secara ilmiah dan mengidentifikasi batasan

c. Level 4

Siswa level 4 mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Siswa mampu menggunakan pengetahuan kompleks baik yang disediakan maupun diingat kembali dalam membangun penjelasan terkait peristiwa dan proses yang kompleks atau kurang familiar
- 2) Siswa mampu melakukan eksperimen dengan variabel lebih dari dua variabel independen dalam konteks terbatas
- 3) Siswa mampu menginterpretasikan kumpulan data yang cukup kompleks, menarik kesimpulan dengan baik, dan memberikan pembenaran pada pilihan yang diambil

d. Level 3

Siswa level 3 mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Siswa mampu menggunakan konten pengetahuan yang kompleks dalam mengidentifikasi dan menguraikan fenomena yang sudah ada
- 2) Siswa mampu membuat penjelasan terkait fenomena yang kurang familiar dengan menggunakan instrumen yang relevan
- 3) Siswa mampu mengidentifikasi isu ilmiah dan non-ilmiah yang berkaitan dengan suatu klaim ilmiah

e. Level 2

Siswa level 2 mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Siswa mampu memanfaatkan konten pengetahuan sehari-hari dalam mengidentifikasi fenomena dengan penjelasan ilmiah yang tepat serta mampu menginterpretasikan data dan mengidentifikasi pertanyaan sederhana yang diajukan dalam desain eksperimen
- 2) Siswa mampu mengidentifikasi kesimpulan yang valid dengan berlandaskan pengetahuan sains sederhana dari beberapa kumpulan data sederhana
- 3) Siswa mampu mendemonstrasikan pengetahuan *epistemic* dasar dengan melakukan identifikasi terhadap pertanyaan yang dapat diselidiki secara ilmiah

f. Level 1a

Siswa level 1a mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Siswa mampu memakai konten pengetahuan dasar atau prosedural dalam menelaah penjelasan fenomena ilmiah sederhana
- 2) Siswa mampu melakukan penyelidikan ilmiah sederhana dengan dukungan dan tidak lebih dari dua variabel
- 3) Siswa mampu mengenali hubungan kausal sederhana serta mampu menginterpretasikan data visual dengan level kognitif tingkat rendah
- 4) Siswa mampu menentukan penjelasan ilmiah terbaik dari data yang diberikan dalam konteks pribadi, lokal, dan global yang familiar

g. Level 1b

Siswa level 1b mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- 1) Siswa mampu menggunakan pengetahuan dasar dan prosedural untuk mengenali atau melakukan identifikasi terhadap fenomena sederhana
- 2) Siswa mampu mengenali berbagai pola sederhana dan istilah dalam data serta mampu mengikuti instruktur eksplisit dalam melakukan prosedur ilmiah

4. Infografis sebagai Sumber Belajar

Sumber belajar merupakan segala sesuatu yang dapat mendukung proses pembelajaran sehingga dapat mempermudah pendidik maupun peserta didik dalam mencapai kompetensi tertentu (Cahyadi, 2019). Menurut Eurika & Hapsari (2017) sumber belajar dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu sumber belajar *by design* dan *by utilization*. Sumber belajar *by design* merupakan sumber belajar yang didesain untuk menyediakan fasilitas belajar bersifat formal seperti bahan ajar, modul, buku, dan *PowerPoint*. Sumber belajar *by utilization* merupakan sumber belajar yang tidak dirancang atau dikembangkan secara khusus dalam menyediakan fasilitas belajar dan keberadaannya dapat ditemukan, digunakan dan diaplikasikan untuk tujuan pembelajaran seperti hasil penelitian, nasehat orang tua, dan segala sesuatu yang ada di lingkungan.

Pengembangan sumber belajar dengan tujuan optimasi proses pembelajaran perlu dikembangkan berdasarkan kompetensi dasar, materi, karakteristik siswa, dan perkembangan zaman (Cahyadi, 2019). Salah satu media yang dapat dijadikan sumber belajar pada saat ini adalah infografis. Infografis merupakan bentuk visualisasi dalam penggabungan data dengan desain yang bertujuan untuk mempermudah seseorang dalam memahami data (Siregar *et al.*, 2018). Infografis dijadikan media baca dengan memadukan informasi dan grafis yang mengandung ilustrasi secara runtut serta sistematis (Mansur & Rafiudin, 2020). Penyajian suatu informasi dibuat lebih menarik, tidak hanya sekedar sebuah teks, sehingga proses menangkap informasi dapat lebih cepat dan informasi yang kompleks bisa menjadi lebih sederhana. Infografis juga bertujuan untuk mengubah persepsi, mempersuasi atau melakukan sebuah aksi yang akan menjadi penentuan dalam infografis yang akan dibuat (Afianah & Hasanah, 2021).

Di dalam pendidikan, infografis digunakan sebagai media untuk meningkatkan minat dan motivasi peserta didik pada proses pembelajaran. Adanya kreatifitas dan ilustrasi dalam pemilihan warna, gambar, serta simbol membuat minat peserta didik lebih tinggi dalam mempelajari materi yang dipaparkan melalui informasi berupa infografis (Senjaya *et al.*, 2019). Beberapa penelitian terkait penggunaan media infografis dalam meningkatkan minat belajar telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang cukup memuaskan. Mansur & Rafiudin (2020) mengatakan bahwa pemakaian media infografis pada pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa sebesar 81,78%. Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Firdaus *et al.* (2021) menyatakan materi yang disajikan dalam bentuk infografis dapat mempermudah siswa dalam memahami materi sebesar 88,67%.

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Adapun penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian oleh Fithriyatul Fadhillah (2020) dengan judul *Analysis Of Bha And Bht Extraction Using Mwcnts-Cs Beads For Scientific Literacy*. Persamaan penelitian ini terdapat pada jenis penelitian yang digunakan, yaitu *mix method* dan hasil penelitiannya dijadikan sumber belajar kimia. Sedangkan perbedaannya terletak pada potensi yang dikembangkan yaitu pengembangan absorben dari chitosan multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs-Cs) untuk ekstraksi *butylatedhydroxyanisole* (BHA) dan *butylatedhydroxytoluene* (BHT).
2. Penelitian Ratnarathorn & Dungchai (2020) tentang pembuatan Paper-based Analytical Device (PAD) untuk penentuan boraks, asam salisilat, nitrit, dan nitrat. Persamaan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan reaksi kompleksasi curcumin dalam mendeteksi boraks. Perbedaan pada penelitian ini adalah metode dan media yang digunakan dalam mengembangkan sensor kolorimetri dari curcumin.
3. Penelitian Astuti & Nugroho (2017) tentang kemampuan reagen curcumax mendeteksi boraks dalam bakso yang direbus. Persamaan pada penelitian ini yaitu sama-sama menggunakan ekstrak curcumin dari kunyit untuk mendeteksi boraks. Perbedaan penelitian ini adalah Astuti & Nugroho (2017) hanya membuat reagen

curcumax dari ekstrak curcumin dan tidak dimuat ke media apapun untuk dijadikan indikator pada jangka waktu tertentu.

4. Penelitian Ariesta (2017) tentang pembuatan edugrafis Pahlawan Nasional Indonesia Untuk Pendidikan Kewarganegaraan Sekolah Dasar. Persamaan penelitian ini adalah pengembangan edugrafis sebagai sumber belajar peserta didik. Sedangkan perbedaan penelitian ini terdapat pada konten edugrafis yang dimuat.
5. Penelitian Eurika & Hapsari (2017) dengan judul Analisis Potensi Tembakau NA OOGST sebagai Sumber Belajar Biologi. Persamaan penelitian ini terdapat pada jenis penelitian yang digunakan, yaitu mix method hasil penelitiannya dijadikan referensi pengembangan sumber belajar kimia. Perbedaan pada penelitian ini adalah konten yang dianalisis dan hasil analisis konten hanya dijadikan acuan pengembangan bahan ajar.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan kadar boraks dengan indikator C₂B menunjukkan tingkat ketelitian dan kestabilan yang baik dengan hasil validasi memenuhi standar yang ditetapkan oleh AOAC
2. Analisis C₂B sebagai indikator boraks memiliki potensi sebagai sumber belajar yang dapat meningkatkan kemampuan literasi sains berdasarkan hasil analisis kurikulum kimia SMA

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dibuat diatas, peneliti memberi saran untuk memilih media *curcumin* yang memiliki karakterisasi homogen dan berukuran nano untuk meningkatkan tingkat ketelitian dan kestabilan indikator yang dikembangkan.

C. Acknowledgement

Pengujian kadar boraks dengan indikator C₂B ditujukan untuk analisis kuantitatif sederhana yang dapat dilakukan oleh seluruh kalangan masyarakat terkhusus siswa sehingga selektivitas indikator C₂B tidak ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afianah, V., & Hasanah, U. (2021). Media Infografis Sebagai Upaya Meningkatkan Karakter Peduli Lingkungan Bagi Generasi Z. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(6), 1436–1450. <https://doi.org/10.33578/jpfkip.v10i6.8420>
- Aisyah, C., Prasasti, A., & Devi Artesimia, S. (2023). The Borax Test Using Purple Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* Var. *Ayumurasaki*) Extract on Meatball Samples in Banyuwangi District 2022. *Journal Pharmasci (Journal of Pharmacy and Science)*, 8(1), 59–63. <https://doi.org/10.53342/PHARMASCI.V8I1.320>
- Al-Noor, T., Ali, A., Al-Sarray, A., Al-Obaidi, O., Obeidat, A., & Habash, R. (2022). A Short Review: Chemistry of Curcumin and Its Metal Complex Derivatives. *Journal of University of Anbar for Pure Science*, 16(1), 20–26. <https://doi.org/10.37652/JUAPS.2022.174832>
- AOAC. (2012). Guidelines for Standard Method Performance Requirements. In: ANALYSIS, A. O. M. O. (ed.). *Association of Official Analytical Chemists*.
- Ariesta, I. (2017). Edugrafis Pahlawan Nasional Indonesia Untuk Pendidikan Kewarganegaraan Sekolah Dasar Tahun Ke-1. *Jurnal Dimensi DKV Seni Rupa Dan Desain*, 2(2), 167–184. <https://doi.org/10.25105/JDD.V2I2.2188>
- Ashraf, K., Mujeeb, M., Ahmad, A., Ahmad, N., & Amir, M. (2015). Determination of Curcuminoids in *Curcuma longa* Linn. by UPLC/Q-TOF-MS: An Application in Turmeric Cultivation. *Journal of Chromatographic Science*, 53(8), 1346–1352. <https://doi.org/10.1093/CHROMSCI/BMV023>
- Astuti, E. D., & Nugroho, W. S. (2017). Kemampuan Reagen Curcumax Mendeteksi Boraks dalam Bakso yang Direbus. *Jurnal Sain Veteriner*, 35(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/jsv.29289>
- Cahyadi, A. (2019). *Pengembangan Media dan Sumber Belajar: Teori dan Prosedu* (M. I. A. Syauqi (ed.); 1st ed.). Serang: Penerbit Laksita Indonesia.
- Cahyadi, W. (2008). *Analisis dan aspek kesehatan bahan tambahan pangan* (J. S. Grafika (ed.); 2nd ed).

- Chand, N. (2019). Standardized Turmeric and Curcumin. *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*, 3–23. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8_1
- Chen, H. zhi, Zhang, M., Bhandari, B., & Yang, C. hui. (2020). Novel pH-sensitive films containing curcumin and anthocyanins to monitor fish freshness. *Food Hydrocolloids*, 100, 105438. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2019.105438>
- Choi, M. K., & Jun, Y. S. (2008). Analysis of boron content in frequently consumed foods in Korea. *Biological Trace Element Research*, 126(1–3), 13–26. <https://doi.org/10.1007/S12011-008-8179-7>
- Crowell, A., & Schunn, C. (2016). Unpacking the Relationship Between Science Education and Applied Scientific Literacy. *Research in Science Education*, 46(1), 129–140. <https://doi.org/10.1007/S11165-015-9462-1/METRICS>
- Dutta, B., & Bimal Dutta, C. (2015). Study of secondary metabolite constituents and curcumin contents of six different species of genus *Curcuma*. ~ 116 ~ *Journal of Medicinal Plants Studies*, 3(5), 116–119.
- Eurika, N., & Hapsari, A. I. (2017). Analisis Potensi Tembakau Na Oogst Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Bioma : Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 2(2). <https://doi.org/10.32528/BIOMA.V2I2.824>
- Fadhilah, F. (2020). *Analysis Of Bha And Bht Extraction Using Mwcnts-Cs Beads For Scientific Literacy*. UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Fauzi, F. S., & Susanna, D. (2019). Borax Content in Foods Sold in a Campus and Its Trader Characteristics. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 10(1). https://www.researchgate.net/profile/Amit-Pandey-32/publication/313445430_Management_of_Patient_Criticality_at_the_Hospital_A_Study_in_Reference_to_Second_Opinion/links/5f30230c299bf13404b2969b/Management-of-Patient-Criticality-at-the-Hospital-A-Study-in-
- Firdaus, A. F., Maryuni, Y., & Nurhasanah, A. (2021). Pengembangan Infografis Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Sejarah (Materi Sejarah Revolusi Indonesia). *Candrasangkala: Jurnal Pendidikan Dan Sejarah*, 7(1), 23–33. <https://doi.org/10.30870/CANDRASANGKALA.V7I1.11417>

- Ghosh, S., Banerjee, S., & Sil, P. C. (2015). The beneficial role of curcumin on inflammation, diabetes and neurodegenerative disease: A recent update. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 83, 111–124. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2015.05.022>
- Goel, A., Kunnumakkara, A. B., & Aggarwal, B. B. (2008). Curcumin as “Curecumin”: from kitchen to clinic. *Biochemical Pharmacology*, 75(4), 787–809. <https://doi.org/10.1016/J.BCP.2007.08.016>
- Gopinath, H., & Karthikeyan, K. (2018). Turmeric: A condiment, cosmetic and cure. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 84(1), 16–21. https://doi.org/10.4103/IJDVL.IJDVL_1143_16
- Hadrup, N., Frederiksen, M., & Sharma, A. K. (2021). Toxicity of boric acid, borax and other boron containing compounds: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 121, 104873. <https://doi.org/10.1016/J.YRTPH.2021.104873>
- Harimurti, S., Bariroh, I. H., Setiawan, A., Permatasari, R. I., Putri, F. D., & Fajriana, L. Y. (2020). Identification Of The Spread Of Borax Use In Meatball Skewers In Bantul District, Special Region Of Yogyakarta. *Jurnal Farmasi Sains Dan Komunitas*, 17(2), 120–130. <https://doi.org/10.24071/jpsc.002369>
- Hazman, Ö., Bozkurt, M. F., Fidan, A. F., Uysal, F. E., & Çelik, S. (2018). The Effect of Boric Acid and Borax on Oxidative Stress, Inflammation, ER Stress and Apoptosis in Cisplatin Toxication and Nephrotoxicity Developing as a Result of Toxication. *Inflammation*, 41(3), 1032–1048. <https://doi.org/10.1007/S10753-018-0756-0>
- Ishii, Y., Fujizuka, N., Takahashi, T., Shimizu, K., Tuchida, A., Yano, S., Naruse, T., & Chishiro, T. (1993). A fatal case of acute boric acid poisoning. *Journal of Toxicology. Clinical Toxicology*, 31(2), 345–352. <https://doi.org/10.3109/15563659309000402>
- Jiang, T., Ghosh, R., & Charcosset, C. (2021). Extraction, purification and applications of curcumin from plant materials-A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 419–430. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.04.015>

- Katzung, B. G., Masters, S. B., & Trevor, A. J. (2009). *Basic and clinical pharmacology (terjemahan)*. Jakarta: EGC.
- Keswick, J. J. (2022). Determination of borax content in wet noodles circulating in market by uv-vis spectrophotometry method using curcumin reagent. *International Journal of Nursing and Midwifery Research*, 1(1), 1–8. <https://journals.iarn.or.id/index.php/ners/article/view/29>
- Kotha, R. R., & Luthria, D. L. (2019). Curcumin: Biological, Pharmaceutical, Nutraceutical, and Analytical Aspects. *Molecules* 2019, Vol. 24, Page 2930, 24(16), 2930. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24162930>
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84, 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(20001\)84:1<71::aid-sce6>3.0.co;2-c](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(20001)84:1<71::aid-sce6>3.0.co;2-c)
- Luque de Castro, M. D., & Priego-Capote, F. (2010). Soxhlet extraction: Past and present panacea. *Journal of Chromatography. A*, 1217(16), 2383–2389. <https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2009.11.027>
- Ma, Q., Du, L., & Wang, L. (2017). Tara gum/polyvinyl alcohol-based colorimetric NH₃ indicator films incorporating curcumin for intelligent packaging. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 244, 759–766. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2017.01.035>
- Mansur, H., & Rafiudin, R. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Infografis untuk Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 4(1), 37–48. <https://doi.org/10.32585/JKP.V4I1.443>
- Naviglio, D., Scarano, P., Ciaravolo, M., & Gallo, M. (2019). Rapid Solid-Liquid Dynamic Extraction (RSLDE): A Powerful and Greener Alternative to the Latest Solid-Liquid Extraction Techniques. *Foods*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/FOODS8070245>
- Nopiyantri, N., Krisnawati, Y., & Heriani, S. (2018). Studi Kasus Jajanan yang Mengandung Boraks dan Formalin di Taman Kurma Kota Lubuklinggau. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 1(2), 115–125. <https://doi.org/10.31539/BIOEDUSAINS.V1I2.397>

- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA*. OECD Publishing.
- Payton, F., Sandusky, P., & Alworth, W. L. (2007). NMR study of the solution structure of curcumin. *Journal of Natural Products*, 70(2), 143–146. <https://doi.org/10.1021/NP060263S>
- Pedicelli, S., Picca, S., Di Nardo, M., Perrotta, D., Cecchetti, C., & Marano, M. (2015). Treatment of boric acid overdose in two infants with Continuous Venovenous Hemodialysis. *Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.)*, 53(9), 920–922. <https://doi.org/10.3109/15563650.2015.1084000>
- Popuri, A. K., & Pagala, B. (2013). Extraction of Curcumin From Turmeric Roots. *International Journal of Innovative Research & Studies*, 2(5). <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=54246744d5a3f2ab2f8b469e&assetKey=AS%3A273559857893418%401442233160841>
- Prasad, S., Gupta, S. C., Tyagi, A. K., & Aggarwal, B. B. (2014). Curcumin, a component of golden spice: from bedside to bench and back. *Biotechnology Advances*, 32(6), 1053–1064. <https://doi.org/10.1016/J.BIOTECHADV.2014.04.004>
- Priyadarsini, K. I. (2014). The chemistry of curcumin: from extraction to therapeutic agent. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 19 (12), 20091–20112. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES191220091>
- Qaiyyum, I. A., Rahmani, S., Kalam, M. A., Rahmani2, S., & Qayyum, S. A. (2023). Therapeutic application of Tankar (Borax) According to Unani system of Medicine: A Review Introduction. *International Journal of Novel Research and Development*, 8(1). www.ijnrd.org
- Rahman, N. (2019). Formalin and Borax Qualitative Test Use Natural Indicator. *Journal of Physics: Conference Series*, 1363(1), 012092. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1363/1/012092>
- Ratnarathorn, N., & Dungchai, W. (2020). Paper-based Analytical Device (PAD) for the Determination of Borax, Salicylic Acid, Nitrite, and Nitrate by Colorimetric Methods. *Journal of Analytical Chemistry*, 75(4), 487–494.

<https://doi.org/10.1134/S1061934820040127/METRICS>

- Sari, I. P., Yanti, F. A., Saefullah, D. I., & Yuniarto, B. T. (2021). Identification of borax in meatballs at Ciroyom Market, Bandung City, Indonesia. *Journal of Sustainability Science and Technology*, 1(1), 44–51. <https://doi.org/10.23960/JOSST.V1I1.8>
- Senjaya, W. F., Karnalim, O., Handoyo, E. D., Santoso, S., Tan, R., Wijanto, M. C., & Edi, D. (2019). Peran Infografis Sebagai Penunjang Dalam Proses Pembelajaran Siswa. *Abdimas Altruis: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 55–62. <https://doi.org/10.24071/AA.V2I1.2136>
- Septiani, D., & Susanti, S. (2021). Urgensi Pembelajaran Inkuiri di Abad ke 21: Kajian Literatur. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 6(1). <https://doi.org/10.30998/sap.v6i1.7784>
- Shirsath, S. R., Sable, S. S., Gaikwad, S. G., Sonawane, S. H., Saini, D. R., & Gogate, P. R. (2017). Intensification of extraction of curcumin from Curcuma amada using ultrasound assisted approach: Effect of different operating parameters. *Ultrasonics Sonochemistry*, 38, 437–445. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2017.03.040>
- Siregar, S. R. S., Sirumapea, A. (Agustinus), & Ibrahim, M. Y. (Maulana). (2018). Buku Infografis “Menjaga Kelestarian Lingkungan” untuk Menanamkan Sikap Peduli Lingkungan pada Anak-Anak. *Jurnal Sisfotek Global*, 8(2), 297720. <https://www.neliti.com/publications/297720/>
- Sugiono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syah, D. (2005). *Manfaat dan Bahaya Bahan Tambahan Pangan*. Bogor: Himpunan Alumni Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Verawati, N. N. S. V., Prayogi, S., & Asy'ari, M. (2014). Reviu Literatur Tentang Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika “Lensa,”* 2(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.33394/j-lkf.v2i1.310>
- What Is Acceptable Daily Intake (ADI) and How to Calculate It.* (n.d.). Retrieved December 31, 2023, from [https://www.chemsafetypro.com/Topics/CRA/What_Is_Acceptable_Daily_Intake_\(ADI\)_and_How_to_Calculate_It.html](https://www.chemsafetypro.com/Topics/CRA/What_Is_Acceptable_Daily_Intake_(ADI)_and_How_to_Calculate_It.html)

- Yanti, F., Hepni, & Simamora, W. (2023). Identification Test Of Borax And Formaline Content In Food Sold At Laguboti Market. *International Journal Of Health, Engineering And Technology (IJHET)* , 1(5), 637–644. <http://ijhet.com/index.php/ijhet/article/view/100/93>
- Yuningsih. (2014). Uji Patogenitas Spora Hamur *Metarhizium Anisopliae* Mortalitas Larva *Orcytes Rhinoceros* Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(1), 50–57.
- Yusuf, A. M. (2017). *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, Dan Penelitian Gabungan*. Jakarta: Kencana.

