

**ANALISIS POTENSI PROSES PENGEMBANGAN ADSORBEN MWCNTS-
CS BEAD UNTUK EKSTRAKSI BHA DAN BHT SEBAGAI SUMBER BELAJAR
PENGAYAAN KIMIA ANALISIS SMK**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat sarjana S-1



Disusun oleh :

Kurnia Yulilta Sari

17106070052

**PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

2023



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-3537/Un.02/DT/PP.00.9/12/2023

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Potensi Proses Pengembangan Adsorben MWCNTs-Cs Bead untuk Ekstraksi BHA dan BHT sebagai Sumber Belajar Pengayaan Kimia Analisis SMK

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : KURNIA YULITA SARI
Nomor Induk Mahasiswa : 17106070052
Telah diujikan pada : Rabu, 06 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: 657fb6e912be2



Penguji I

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

Valid ID: 65767e95be470



Penguji II

Retno Aliyatul Fikroh, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 65768152e45a3



Yogyakarta, 06 Desember 2023

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6579cd7418434

SURAT KETERANGAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kurnia Yulita Sari
NIM : 17106070052
Program Studi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Analisis Potensi Proses Pengembangan Adsorben MWCNTs-Cs Bead untuk Ekstraksi BHA BHT sebagai Sumber Belajar Pengayaan Kimia Analisis SMK” 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 secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,




Kurnia Yulita Sari

NIM. 17106070052



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

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 kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kurnia Yulita Sari

NIM : 17106070052

Judul Skripsi : Analisis Potensi Proses Pengembangan Adsorben Mwcnts-Cs Bead untuk Ekstraksi BHA dan BHT sebagai Sumber Belajar Pengayaan Kimia Analisis SMK

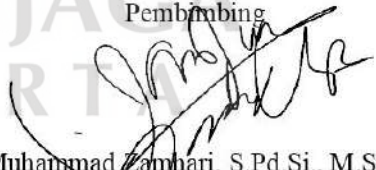
Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 18 Desember 2023

Pembimbing


Muhammad Zuhari, S.Pd.Si., M.Sc.

NIP. 19860702 201101 1 014

NOTA DINAS KONSULTAN I

Hal : Skripsi Kurnia Yulita Sari

Kepada :

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Yogyakarta

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, dan menyarankan perbaikan seperlunya, Kami selaku pembimbing menyatakan bahwa skripsi saudara:

Nama : Kurnia Yulita Sari
NIM : 17106070052
Prodi : Pendidikan Kimia
Judul : Analisis Potensi Proses Pengembangan Adsorben
Mwents-Cs Bead untuk Ekstraksi BHA dan BHT
sebagai Sumber Belajar Pengayaan Kimia Analisis
SMK

Sudah memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Sains pada program studi pendidikan kimia.

Demikian yang dapat Kami sampaikan. Atas perhatiannya Kami ucapkan terimakasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
Yogyakarta, 18 Desember 2023

Konsultan,



Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19840901 200912 2 004

NOTA DINAS KONSULTAN II

Hal : Skripsi Kurnia Yulita Sari

Kepada :

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Yogyakarta

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, dan menyarankan perbaikan seperlunya, Kami selaku pembimbing menyatakan bahwa skripsi saudara:

Nama	:	Kurnia Yulita Sari
NIM	:	17106070052
Prodi	:	Pendidikan Kimia
Judul	:	Analisis Potensi Proses Pengembangan Adsorben Mwcnts-Cs Bead untuk Ekstraksi BHA dan BHT sebagai Sumber Belajar Pengayaan Kimia Analisis SMK

Sudah memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Sains pada program studi pendidikan kimia.

Demikian yang dapat Kami sampaikan. Atas perhatiannya Kami ucapkan terimakasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 18 Desember 2023

Konsultan,


Retno Aliyatul Fikroh, M.Sc.
NIP. 19920427 201903 2 018

HALAMAN MOTO

I don't stop when I am tired

I stop when I'm done

(Deddy Corbuzier)

As you embark on this writing journey. Remember that perseverance is key. Great works are seldom birthed without dedication, hard work, and countless hours of putting pen to paper. Keep going. Your project is worth the effort.

(unknown)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Skripsi ini dipersembahkan untuk :

Bapak Muh. Jazim Hamidi dan Ibu Riyanti tercinta yang selalu memberikan doa, nasihat, dukungan, dan semangat dalam berbagai bentuk.

Kakak Asmi Rohayati, Kakak Ipar Rozikin Munandar, serta keponakan-keponakan (Hanun, Irsyad, Tsabit, Tsabina) tersayang yang telah memberikan doa, nasihat, dukungan, semangat, dan keceriaannya selama proses penyusunan skripsi.

Keluarga besar yang turut memberikan semangat, dukungan, dan bantuannya.

Teman-teman dekat (Zerlinda, Zulfa, Chusna, Yuliari, Farah, Ratna, Afifah, Heni) yang juga banyak berperan dalam memberikan semangat, dukungan, dan bantuannya.

Segenap keluarga Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga 2017.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Potensi Proses Pengembangan Adsorben MWCNTs-Cs Bead untuk Ekstraksi BHA dan BHT sebagai Sumber Belajar Pengayaan Kimia Analisis SMK”. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan Studi Strata 1 (satu) guna meraih gelar Sarjana Pendidikan Kimia. Atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan untuk penyusunan proposal skripsi ini, maka penyusun menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al-Makin, S.Ag. M.A selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Khamidinal, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dorongan dan semangat selama proses penyusunan skripsi.
5. Segenap Dosen Program Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan.
6. Pendidikan Kimia 2017 yang memberikan dukungan dan bantuan dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
7. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu penyusunan skripsi ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, maka kritik dan saran yang membangun diharapkan penulis sebagai bahan perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 5 Maret 2023

Penulis,

Kurnia Yulita Sari

NIM. 1710607005

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT KETERANGAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
NOTA DINAS KONSULTAN I	v
NOTA DINAS KONSULTAN II.....	vi
HALAMAN MOTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kajian Teori.....	6
B. Penelitian yang Relevan	17
C. Kerangka Berpikir	18
D. Pertanyaan Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Desain Penelitian	20
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
C. Responden Penelitian	26
D. Jenis Data (Jenis Data, Teknik Pengumpulan Data, Teknik Analisis Data).....	27
E. Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
BAB V KESIMPULAN	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN	82
CURICULUM VITAE	97



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik BHA dan BHT	7
Tabel 2. 2 Penggunaan BHA dan BHT sebagai Antioksidan.....	9
Tabel 4. 1 Kemampuan pelarut mendesorpsi BHA.....	35
Tabel 4. 2 Kemampuan pelarut mendesorpsi BHT	35
Tabel 4. 3 Data linearitas, Repeatabiliti, LOD, dan LOQ BHA dan BHT	36
Tabel 4. 4 Daftar responden	37
Tabel 4. 5 Daftar Mata Pelajaran SMK/MAK Kompetensi Keahlian Kimia Analisis SMK SMTI Yogyakarta	39
Tabel 4. 6. Mata Pelajaran Kurikulum Merdeka Kimia Analisis SMK N 2 Depok....	41
Tabel 4. 7 Mata Pelajaran Produktif Kimia Analisis SMK N 1 Pandjatan	42
Tabel 4. 8 Deskripsi Mata Pelajaran Dasar-Dasar Kimia Analisis.....	44
Tabel 4. 9 Kompetensi Dasar Analisis Kimia Dasar	45
Tabel 4. 10 Kompetensi Dasar Teknik Dasar Laboratorium.....	46
Tabel 4. 11 Silabus Mata Pelajaran Analisis Mikrobiologi.....	47
Tabel 4. 12 Deskripsi Konsentrasi Keahlian Kimia Analisis I dan II	49
Tabel 4. 13 Mata Pelajaran Analisis Titrimetri dan Gravimetri	50
Tabel 4. 14 Kompetensi Dasar Analisis Bahan Organik	52
Tabel 4.15 Kompetensi Dasar Analisis Bahan Anorganik	53
Tabel 4. 16 Kompetensi Dasar Analisis Mikrobiologi	55
Tabel 4. 17 Mata Pelajaran Analisis Instrumen.....	56
Tabel 4. 18 Kompetensi Dasar Analisis Proksimat	58
Tabel 4. 19 Mata Pelajaran Kimia Analisis Terapan.....	60
Tabel 4. 20 MSDS Pelarut.....	68

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia BHA dan BHT	7
Gambar 2. 2 Diagram Skematik pada KG	11
Gambar 2. 3 Struktur Dasar Kitosan	12
Gambar 4. 1 Skema Kitosan melilit MWCNTs.....	31
Gambar 4. 2 Adsorben yang terbentuk.....	32
Gambar 4. 3 Rangkaian Sampel yang siap diinjeksikan ke GC-FID	33
Gambar 4. 4 Diagram efisiensi ekstraksi BHA dan BHT.....	34
Gambar 4. 5 Kemampuan pelarut dalam mendesorpsi BHA	36
Gambar 4. 6 Kemampuan pelarut dalam mendesorpsi BHT.....	36
Gambar 4. 7 Rumus Struktur Kitosan	66
Gambar 4. 8 Skema Reaksi Pelarutan Kitosan dalam Asam Asetat.....	66

ANALISIS POTENSI PROSES PENGEMBANGAN ADSORBEN MWCNTS-CS BEAD UNTUK EKSTRAKSI BHA DAN BHT SEBAGAI SUMBER BELAJAR PENGAYAAN KIMIA ANALISIS SMK

Oleh :
Kurnia Yulita Sari
NIM. 17106070052

ABSTRAK

Butylated hydroxyanisole (BHA) dan *butylated hydroxytoluolent* (BHT) merupakan antioksidan sintetis yang digunakan untuk bahan aditif pada makanan dan obat. Penelitian senyawa tersebut telah membuktikan efek karsinogen dan toksisitasnya, sehingga *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JEFCA) telah menetapkan bahwa angka *acceptable daily intake* untuk BHA adalah 0,5 mg/kg bb/hari dan BHT 0-0,3 mg/kg bb/hari (EFSA, 2012). Metode deteksi bagi BHA dan BHT dikembangkan dengan cara mengombinasikan material yang memiliki sifat yang sangat baik dalam kemampuan adsorpsi, yaitu *multiwalled carbon nanotubes-kitosan* (MWCNTs-Cs). Proses pengembangan adsorben ini menggunakan teknik *microsolid-phase extraction* dengan metode GC-FID. Tahapan pengembangan adsorben dideskripsikan kesesuaiannya terhadap kurikulum Kimia Analisis SMK menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan pengembangan adsorben MWCNTs-Cs sebagai pengekstraks BHA dan BHT dan mendeskripsikan kesesuaiannya terhadap kurikulum kejuruan Kimia Analisis SMK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben MWCNTS-Cs memiliki kemampuan mengadsorpsi BHA sebesar 97,75% dan BHT sebesar 88%. Akan tetapi, proses desorpsi analit BHA dan BHT yang terjerap di adsorben masih kurang efektif karena hanya 2,90% BHA dan 24,71% BHT yang dapat terdesorpsi. Untuk itu, dilakukan pengujian pelarut untuk mendesorpsi BHA dan BHT dari adsorben, didapatkan pelarut yang paling baik dalam mendesorpsi BHA dan BHT dari adsorben adalah etanol karena kesamaan polaritas dengan senyawa BHA dan BHT. Tahapan pada proses pengembangan adsorben tersebut memiliki banyak kesesuaian dengan kompetensi dasar yang ingin dicapai dari beberapa mata pelajaran kejuruan Kimia Analisis SMK, sehingga penelitian pengembangan adsorben dapat digunakan untuk sumber belajar Kimia Analisis SMK.

Kata kunci : BHA, BHT, MWCNTs-Cs, GC-FID, Kimia Analisis

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Keterampilan tenaga kerja dan pasar tenaga kerja merupakan salah satu pilar yang mengakibatkan penurunan peringkat Index Daya Saing Global 4.0 Indonesia pada tahun 2019 (Nadya; Damia; dan Riza, 2021). Pada tahun tersebut, Index Daya Saing Global 4.0 Indonesia menduduki ranking ke-50 secara global, yangmana merupakan penurunan 5 peringkat dari tahun sebelumnya. Di ASEAN, Indonesia menempati ranking ke-4 setelah Singapura, Malaysia, dan Thailand (WEF, 2020). Tantangan dan peluang bagi tenaga kerja di Indonesia juga tercipta akibat adanya implementasi Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) (Abdurofiq, 2014). Salah satu dampak positif atau peluang dalam penerapan MEA adalah mempermudah keluar masuknya tenaga kerja dari satu negara ke negara lainnya (Amalia, 2018). Selain itu, diselenggarakannya G20 sebagai forum kerja sama multilateral antar sembilan belas negara dan Uni Eropa juga menciptakan peluang yang besar di dunia ekonomi. Salah satu kunci pendorong kemajuan ekonomi suatu negara adalah sumber daya manusia yang berkualitas (ekon.go.id, 2020). Seiring dengan kemudahan tersebut, muncul tantangan yang harus dihadapi oleh Indonesia, yakni kualitas tenaga kerja Indonesia masih belum setara dengan kualitas tenaga kerja asing serta belum memenuhi kebutuhan kompetensi tenaga kerja di pasar global. Oleh karena itu, untuk membentuk kualitas tenaga kerja yang kompeten dan sesuai dengan kriteria tenaga kerja di pasar global, harus didukung dengan pendidikan yang dapat membantu calon tenaga kerja dalam mengasah dan memanfaatkan skill serta kreativitas dengan sebaik mungkin (Gea, 2022).

Rendahnya daya saing suatu bangsa merupakan pencerminan dari rendahnya kualitas output Pendidikan (Yaumi & Hum, 2017). (Tan et al., 2018) memaparkan bahwa kemajuan pendidikan dari waktu ke waktu belum selaras dengan revolusi indutri 4.0, sehingga pasokan keterampilan dan kompetensi tenaga kerja yang merupakan output dari Pendidikan belum sesuai dengan yang diperlukan oleh industri hingga di era ini. Salah satu institusi pencetak tenaga kerja di Indonesia adalah Sekolah Menengah Kejuruan

(SMK). Tingkat Pendidikan SMK bertujuan agar siswa mampu bekerja tanpa harus mengenyam Pendidikan tinggi. Namun, hal ini masih kurang memberikan output yang baik karena menurut survey BPS menunjukkan tingkat pengangguran terbuka tertinggi berdasarkan jenjang lulusan masih didominasi oleh lulusan SMK (BPS, 2021).

Sejak era revolusi industri 4.0 berjalan, terbentuk pandangan-pandangan baru terhadap konsep pendidikan (Doringin et al., 2020). Pendidikan di era ini harus bersifat terbuka dan memiliki paradigma inklusif terhadap hal-hal baru yang bersifat kemajuan supaya kompetensi siswa sesuai dengan kebutuhan zaman (Rouf, 2019). Kemampuan siswa untuk menghadapi tantangan dunia kerja global dapat dibentuk dan diarahkan melalui reformasi kurikulum pendidikan (Doringin et al., 2020). Peningkatan kemampuan dan persiapan mental kepada calon-calon tenaga kerja dilakukan sebagai antisipasi untuk menghadapi pasar tenaga kerja global (Pratiwi & Mahmudah, 2013). Perubahan dalam sistem pendidikan di Indonesia terjadi secara lambat dan memerlukan waktu yang sangat panjang untuk mencapai hasil yang ideal (Yaumi & Hum, 2017), sedangkan revolusi industri berubah dengan sangat cepat, sehingga Pendidikan di SMK perlu memberikan visi pembelajaran yang baru supaya lulusan memiliki keterampilan yang diperlukan oleh dunia industri 4.0 dan memiliki kompetensi untuk bersaing di dunia global (Zubaidah, 2019). Berdasarkan hasil wawancara, guru kimia di SMK SMTI Yogyakarta menyatakan bahwa untuk mendukung lulusan SMK diperlukan pembelajaran yang mengarah pada pengenalan nanoteknologi (Damayanti, 2022).

Nanoteknologi merupakan salah satu aplikasi, pengembangan, dan pemanfaatan nanosains dalam berbagai bidang kehidupan (Jumini, 2017). Pemanfaatan nanoteknologi di bidang pangan seperti rekayasa beras analog dari bahan baku iles-iles, tepung mocaf, dan kedelai (Dwiyono et al., 2020) dan bidang kimia analitik seperti analisis kandungan pasir pantai (Sumari et al., 2019). Menurut National Science Foundation, total market Nanoteknologi telah mencapai satu trilyun dollar Amerika pada tahun 2015 dan saat ini diperkirakan telah mencapai 5 trilyun dollar Amerika (Fidyasari, 2020). Oleh karena itu, pendidikan SMK di Indonesia harus diperkenalkan dengan nanoteknologi untuk meningkatkan perekonomian Indonesia (Fidyasari, 2020).

Kombinasi antara multiwalled carbon nanotube dengan kitosan (MWCNTs-Cs) telah dipelajari oleh (Osler et al., 2017) untuk meningkatkan adsorpsi pada karbondioksida (CO₂). Penambahan kitosan pada MWCNTs terbukti dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi CO₂ hingga sebesar 650%. Namun, kapasitas adsorben dalam mengadsorpsi CO₂ secara keseluruhan terlalu rendah untuk dapat dijadikan sebagai adsorben CO₂. Untuk itu, penelitian ini bermaksud untuk mempelajari kemampuan adsorpsi dari butir-butir adsorben MWCNTs-Cs untuk mengadsorpsi senyawa antioksidan BHA dan BHT. *Butylated Hydroxianisole* (BHA) dan *Butylated Hydroxitoluene* (BHT) adalah salah satu jenis antioksidan sintetik yang sering dipakai dalam produksi makanan maupun kosmetik. BHA dan BHT umumnya digunakan sebagai pengawet produk seperti obat, makanan, kosmetik, dan minuman (Smolinske, 2018). Sampai saat ini BHA dan BHT masih sering ditemui dalam produk-produk makanan, minuman, maupun kosmetik. Meskipun banyak penelitian menyatakan keuntungan penggunaan senyawa tersebut pada produk-produk tertentu karena jumlah yang masih dapat ditolerir dalam tubuh, namun penggunaannya tetap dibatasi dan dipantau. Badan pengawas obat dan makanan di US, yaitu Food and Drug Administration (FDA) mengizinkan konsentrasi BHA dan BHT pada produk makanan hanya sebesar 0,02% (b/b) atau 200 mg/kg makanan, dan 100mg/kg makanan, tergantung jenis makanan (EFSA, 2012). Bahaya jika terpapar dalam jumlah yang melebihi standar bagi tubuh yakni BHA dapat berpotensi menyebabkan karsinogenik dan BHT berpotensi sebagai zat pemicu tumor (Okereke et al., 2015). Selain itu berdasarkan penelitian tentang adsorpsi, metabolisme, dan ekskresi BHA didapatkan pernyataan bahwa BHA dapat dimetabolisme secara cepat dan diekskresikan secara utuh (Fitri, 2013).

Adsorben MWCNTs-Cs dalam penelitian ini akan dikembangkan dan diteliti lebih lanjut kemampuannya dalam menjerap analit BHA dan BHT menggunakan teknik *Micro-Solid Phase Extraction* (μ -SPE). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan adsorben yang dikembangkan yaitu MWCNTs-Cs dalam mengekstrak BHA dan BHT, sehingga proses pengembangan nanomaterial tersebut dapat dianalisis kesesuaiannya dengan kurikulum dan distribusi mata pelajaran produktif pada siswa SMK Kompetensi Keahlian Kimia Analisis.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dikemukakan bahwa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah proses pengembangan adsorben MWCNTs-Cs sebagai pengekstraks BHA BHT?
2. Sejauh mana proses dan hasil pembuatan adsorben tersebut memiliki kesesuaian sebagai sumber belajar pengayaan pada Kimia Analisis SMK?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Menjelaskan proses pengembangan adsorben MWCNTs-Cs untuk ekstraksi BHA dan BHT.
2. Mendeskripsikan hasil analisis kesesuaian antara proses pengembangan adsorben tersebut dengan kurikulum SMK Kimia Analisis.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yang terlibat dalam kegiatan pembelajaran SMK Kimia Analisis:

1. Bagi Siswa, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih luas mengenai metode-metode penelitian di bidang analisis kimia sehingga siswa terdorong untuk mempelajari metode-metode baru yang relevan dengan dunia kerja/dunia industri.
2. Bagi Guru, hasil penelitian ini dapat memberikan informasi dan wawasan seputar penelitian di bidang Analisis Kimia sehingga dapat digunakan untuk memperkaya dalam mengembangkan bahan pengajaran kepada siswa SMK Kimia Analisis saat mengajar mata pelajaran produktif, serta dapat menjadi referensi dalam menyiapkan jobdesk praktikum pada mata pelajaran produktif.

3. Bagi Peneliti, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan pengetahuan mengenai proses pembuatan adsorben serta dapat memberikan gambaran detail tentang kesesuaiannya dengan kurikulum di SMK Kimia Analisis.
4. Bagi Peneliti lain, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait pengembangan adsorben dan analisis potensinya sebagai sumber belajar pada siswa SMK Kimia Analisis serta dapat mendorong para peneliti lainnya untuk menciptakan sumber belajar yang sesuai bagi siswa SMK Kimia Analisis.



BAB V

KESIMPULAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengembangan adsorben dari dua bahan yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi yakni MWCNTs dan Kitosan, adsorben MWCNTs-Cs yang dibentuk butir-butir tersebut memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap senyawa BHA dan BHT dalam suatu larutan.
2. Hasil dan proses pengembangan adsorben dapat dijadikan sebagai sumber belajar tematik berdasarkan tahapan dari penelitian untuk siswa Kimia Analisis SMK karena sangat sesuai dengan kompetensi dasar pada sebagian besar kompetensi dasar mata pelajaran kejuruan Kimia Analisis SMK.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dideskripsikan di atas, saran yang dapat diberikan untuk perkembangan penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukannya pengujian secara langsung di sekolah terkait kesesuaian penelitian pengembangan adsorben terhadap kurikulum Kimia analisis SMK melalui proses pembelajaran secara tematik dan inquiri.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- Aladedunye, F. A., & Przybylski, R. (2009). Protecting oil during frying: A comparative study. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 9(111), 893–901. <https://doi.org/doi.org/10.1002/ejlt.200900020>
- Amalia, A. (2018). Menganalisa Dampak Mea Terhadap Tenaga Kerja Dalam Negeri Di Indonesia. *Journal Development*, 6(1), 10–19. <https://doi.org/10.53978/jd.v6i1.74>
- Bai, J., Zhang, X., Peng, Y., Hong, X., Liu, Y., Jiang, S., Ning, B., & Gao, Z. (2017). Ultrasensitive sensing of diethylstilbestrol based on AuNPs/MWCNTs-CS composites coupling with sol-gel molecularly imprinted polymer as a recognition element of an electrochemical sensor. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 238, 420–426. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.07.035>
- Cai, Y., Jiang, G., Liu, J., & Zhou, Q. (2003). *Multiwalled Carbon Nanotubes as a Solid-Phase Extraction Adsorbent for the Determination of Bisphenol A , 4-n-Nonylphenol , and 4-tert-Octylphenol (MWNTs) for solid-phase extraction of bisphenol A , 4- n - MWNTs were superior to C 18 for the extraction .* 75(10), 2517–2521. <https://doi.org/10.1021/ac0263566>
- Cai, Y. Q., Jiang, G. Bin, Liu, J. F., & Zhou, Q. X. (2003). Multi-walled carbon nanotubes packed cartridge for the solid-phase extraction of several phthalate esters from water samples and their determination by high performance liquid chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 494(1–2), 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2003.08.006>
- Caramit, R. P., De Freitas Andrade, A. G., Gomes De Souza, J. B., De Araujo, T. A., Viana, L. H., Trindade, M. A. G., & Ferreira, V. S. (2013). A new voltammetric method for the simultaneous determination of the antioxidants TBHQ and BHA in biodiesel using multi-walled carbon nanotube screen-printed electrodes. *Fuel*, 105, 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.06.062>
- da Lopez, F. Y. (2019). Konsentrasi Larutan dalam Satuan Kimia. *Jornal Ilmiah*, 1(2), 1–7. mplk.politanikoe.ac.id
- Damayanti, I. (2022). *Wawancara*. SMK SMTI Yogyakarta.
- Dang JM & Leong KW. (2006). Natural polymers for gene delivery and tissue engineering. *Adv Drug Deliv Reviews*, 58, 487–499. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.addr.2006.03.001>
- Denzin, N. K., & S., L. Y. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. SAGE Publications.
- Doringin, F., Tarigan, N. M., & Prihanto, J. N. (2020). Eksistensi Pendidikan Di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Teknologi Industri Dan Rekayasa (JTIR)*, 1(1), 43–48. <https://doi.org/10.53091/jtir.v1i1.17>
- Dr. Sardjiman, M.S., A. (2011). *Belajar Kimia Organik Metode Iqro*’. Pustaka Pelajar.
- Dwiyono, K. K., Purwoko, P., & Ekowahyuni, L. P. (2020). ... ANALOG DARI BAHAN BAKU ILES-ILES (Amorphophallus muelleri), TEPUNG MOCAF (Manihot utilisima), DAN KEDELAI (Glycine max) MENGGUNAKAN In *Repository.Unas.Ac.Id*. [http://repository.unas.ac.id/3250/1/laporan akhir PTUPT_Kisroh Dwiyono_Unas %286-3-2021%29.pdf](http://repository.unas.ac.id/3250/1/laporan%20akhir%20PTUPT_Kisroh%20Dwiyono_Unas%20%286-3-2021%29.pdf)
- EFSA. (2011). Scientific Opinion on the re-evaluation of butylated hydroxyanisole – BHA (E 320) as a food additive. *EFSA Journal*, 9(10), 2392. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2392>

- EFSA. (2012). *Scientific Opinion on the re-evaluation of butylated hydroxytoluene BHT (E 321) as a food additive*. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2588>.
- ekon.go.id. (2020). *Pendidikan dan Pengembangan SDM: Prioritas Utama Indonesia di Pertemuan Pertama Tingkat Sherpa G20*. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia.
- Fadhilah, F. (2020). *ANALYSIS OF BHA AND BHT EXTRACTION USING MWCNTS-CS BEADS FOR CHEMICAL LEARNING RESOURCES* [UIN Sunan Kalijaga]. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/46117/>
- Fidyasari, A. (2020). No Title. *AKAFARMA-AKFAR PUTRA INDONESIA MALANG*. <https://akademipim.ac.id/artikel-populer/kesehatan/keajaiban-nano-teknologi-tren-teknologi-masa-kini/>
- Fitri, N. (2013). *Butylated hydroxyanisole sebagai Bahan Aditif Antioksidan pada Makanan dilihat dari Perspektif Kesehatan*. 41–50. <https://www.neliti.com/publications/104697/butylated-hydroxyanisole-sebagai-bahan-aditif-antioksidan-pada-makanan-dilihat-d#cite>
- Freitas, K. H. G., & Fatibello-Filho, O. (2010). Simultaneous determination of butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT) in food samples using a carbon composite electrode modified with Cu₃(PO₄)₂ immobilized in polyester resin. *Talanta*, 81(3), 1102–1108. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.02.004>
- Fries, E., & Püttmann, W. (2002). Analysis of the antioxidant butylated hydroxytoluene (BHT) in water by means of solid phase extraction combined with GC/MS. *Water Research*, 36(9), 2319–2327. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00453-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00453-5)
- Gea, M. (2022). Peran G20 dalam Mendukung Pemulihan Sektor Pendidikan Pasca COVID-19. *E-Proceeding Universitas Nias*, 1, 1–3. <https://ojs.unias.ac.id/index.php/prosiding%0AMarinus>
- Ghatak, P. D.; Sen, C. K. (2016). *20 Antioxidant Additives in Food Preservation and Human Health*. Food Toxicology.
- Gordon, M. H. (1990). The Mechanism of Antioxidant Action in Vitro. *Food Antioxidants*, 1, 1–18. https://doi.org/10.1007/978-94-009-0753-9_1
- Husna, M. (2019). *Sintesis Kompleks Mn(II) Basa Schiff Kitosan-Benzaldehid sebagai Bahan Aktif Kain Antibakteri* [Universitas Diponegoro]. [http://digilib.fsm.undip.ac.id/index.php?p=show_detail&id=10034&keywords=mudliatul husna](http://digilib.fsm.undip.ac.id/index.php?p=show_detail&id=10034&keywords=mudliatul%20husna)
- IARC. (1982). *Evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Chemicals, industrial processes and industries associated with cancer in humans*. International Agency for Research on Cancer.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2003). *ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga*. 7–29.
- Istiqomah, N. (2012). *Pembuatan Hidrogel Kitosan-Glutaraldehid untuk Aplikasi Penutup Luka secara In Vivo* [Universitas Airlangga]. <https://repository.unair.ac.id/25567/>
- J. N.; Udebuani, A. C.; Ezeji, E. U.; Obasi, K. O.; & Nnoli, M. C., Okereke, J. N.; Udebuani, A. C.; Ezeji, E. U.; Obasi, K. O.; & Nnoli, M. C., O. (2015). Possible health implications associated with cosmetics: a review. *Science Journal of Public Health*, 3(5), 58–63. <https://doi.org/10.11648/j.sjph.s.2015030501.21>
- Jiao Li, Qiaochun Gao, H. Ua Zhang, Y. A. Z. & Houde W. (2012). Effect of MWCNTs Doping on the Morphology, Structure and Properties of Chitosan Beads. *Pure and*

- Jumini, S. (2017). *Nanoteknologi manivestasi nanoscience s.* 199–206.
- Kahl, R., & Kappus, H. (1993). Toxikologie der synthetischen Antioxidantien BHA und BHT im Vergleich mit dem natürlichen Antioxidans Vitamin E. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und Forschung*, 4(196), 329–338. <https://doi.org/doi.org/10.1007/BF01197931>
- Kamaludin, A. (2016). *Super Soal Kimia 1001++* (S. Suyantoro (ed.); I). Penerbit Andi.
- Kemdikbud. (2023). *Kurikulum Merdeka: Keleluasaan Pendidik dan Pmebelajaran Berkualitas*. <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/kurikulum-merdeka/>
- Kenawy, E. R., Ali, S. S., Al-Etewy, M., Sun, J., Wu, J., & El-Zawawy, N. (2019). Synthesis, characterization and biomedical applications of a novel Schiff base on methyl acrylate-functionalized chitosan bearing p-nitrobenzaldehyde groups. *International Journal of Biological Macromolecules*, 122, 833–843. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.005>
- Kharissova, O. V., Kharisov, B. I., & De Casas Ortiz, E. G. (2013). Dispersion of carbon nanotubes in water and non-aqueous solvents. *RSC Advances*, 3(47), 24812–24852. <https://doi.org/10.1039/c3ra43852j>
- Kong, A., Ji, Y., Ma, H., Song, Y., He, B., & Li, J. (2018). A novel route for the removal of Cu(II) and Ni(II) ions via homogeneous adsorption by chitosan solution. *Journal of Cleaner Production*, 192(Ii), 801–808. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.271>
- Kueseng, P., Thammakhet, C., Thavarungkul, P., & Kanatharana, P. (2010). Multiwalled carbon nanotubes/cryogel composite, a new sorbent for determination of trace polycyclic aromatic hydrocarbons. *Microchemical Journal*, 96(2), 317–323. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2010.05.002>
- Kurniawan, A. (2018). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Kyzas, G. Z., & Bikiaris, D. N. (2015). Recent modifications of chitosan for adsorption applications: A critical and systematic review. *Marine Drugs*, 13(1), 312–337. <https://doi.org/10.3390/md13010312>
- Liu, G., Wang, J., Zhu, Y., & Zhang, X. (2004). Application of multiwalled carbon nanotubes as a solid-phase extraction sorbent for chlorobenzenes. *Analytical Letters*, 37(14), 3085–3104. <https://doi.org/10.1081/AL-200035912>
- Loekitowati, P. ., Fahma, & Aini, A. (2003). Pengaruh Jenis dan Volume Pelarut Terhadap Hasil Ekstraksi BHA dan BHT dari Minyak Goreng. *Jurnal Penelitian Sains*, 14, 7–14. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.36706/jps.v0i14.285>
- Long, R. Q. . R. T. Y. (2001). Multi-walled carbon nanotubes packed cartridge for the solid-phase extraction of several phthalate esters from water samples and their determination by high performance liquid chromatography. *Journal of Am. Chem. Soc.*, 123, 2058. <https://doi.org/10.1021/ja0038301>
- Manab, A. (2015). *Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualitatif* (K. Aibak (ed.); I). Kalimedia.
- Mayasari, N. (2007). *Adsorpsi tokoferol dari olein sawit kasar menggunakan kitosan dari cangkang rajungan (Portunus pelagicus)*. [Institut Pertanian Bogor]. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/48757>
- Medeiros, R. A., Lourenção, B. C., Rocha-Filho, R. C., & Fatibello-Filho, O. (2010). Simple

- flow injection analysis system for simultaneous determination of phenolic antioxidants with multiple pulse amperometric detection at a boron-doped diamond electrode. *Analytical Chemistry*, 82(20), 8658–8663. <https://doi.org/10.1021/ac101921f>
- Medika, S. B. I. (2010). *Sekolah di SMK Kimia Analisis, Lulus jadi apa?* Bim Vocational School. <https://smkbimjombang.sch.id/artikel/prospek-kerja-lulusan-smk-kimia-analisis-yang-perlu-kamu-ketahui/>
- Nadya; Damia; dan Riza. (2021). Perkembangan Indeks daya saing global Indonesia. *Pusat Kajian Anggaran Badan Keahlian SETJEN RI*, 2013–2015.
- Ningsih, Y. (2017). *Pemanfaatan Karbon Aktif Limbah Kulit Buah Aren (Arenga pinnata Merr) sebagai Adsorben dalam Pemurnian Minyak Goreng Bekas untuk Sumber Belajar pada Pembelajaran Kimia di Sekolah Menengah Atas Pekanbaru* [UIN Sultan Syarif Kasim Riau]. <http://repository.uin-suska.ac.id/19643/>
- Osler, K., Twala, N., Oluwasina, O. O., & Daramola, M. O. (2017). Synthesis and Performance Evaluation of Chitosan/Carbon Nanotube (Chitosan/MWCNT) Composite Adsorbent for Post-combustion Carbon Dioxide Capture. *Energy Procedia*, 114(November 2016), 2330–2335. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1368>
- Perissinotto, R. (2013). Comparison, history and interpretation: In favor of a historico-interpretative political science. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 28(83). <https://doi.org/10.1590/S0102-69092013000300010>
- Pratiwi, E. N., & Mahmudah, R. A. (2013). Peningkatan Daya Saing Tenaga Kerja Indonesia Melalui Korelasi Input Penunjang Tenaga Kerja Dalam Menghadapi Mea 2015 (improving the Competitiveness of Indonesian Workers Through Correlation of Supporting Labor Inputs in Facing MEA 2015). *Economics Development Analysis Journal*, 2(2), 1–7.
- Ratnaningsih, A. S., Fathin, U., Faridah, N., & Fahreza, H. A. (2022). *Implementasi Kurikulum Merdeka dan Kurikulum 2013 di SMK Negeri 2 Depok*. 20, 191–198. <http://www.seminar.uad.ac.id/index.php/semhasmengajar/article/view/10862>
- Ravelo-Pérez, L. M., Hernández-Borges, J., & Rodríguez-Delgado, M. Á. (2008). Multi-walled carbon nanotubes as efficient solid-phase extraction materials of organophosphorus pesticides from apple, grape, orange and pineapple fruit juices. *Journal of Chromatography A*, 1211(1–2), 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.09.084>
- Ricardo Prada Silvy, Y. T. and P. W. (2022). *Multi-walled Carbon Nanotubes: Manufacturing, Characterization and Applications*. Merck KGaA. <https://www.sigmaaldrich.com/ID/en/technical-documents/technical-article/materials-science-and-engineering/microelectronics-and-nanoelectronics/multi-walled-carbon-nanotubes>
- Rohman, A. I. G. G. (2015). *Kimia Farmasi Analisis (XIII)*. Pustaka Pelajar.
- Rouf, A. (2019). Reaktualisasi dan Kontekstualisasi Kearifan Lokal dengan Manhaj Global: Upaya menjawab problematika dan tantangan pendidikan di era Society 5.0 dan Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019*, 910–914.
- Sastrohamidjojo, H. (2007). *Kromatografi* (2nd ed.). Liberty.
- Shawky, H. A., El-aassar, A. H., & Abo-Zeid, D. E. (2012). Chitosan/Carbon Nanotube Composite Beads: Preparation, Characterization, and Cost Evaluation for Mercury Removal from Wastewater of Some Industrial Cities in Egypt. *Journal of Applied*

- Polymer Science*, 125, E93–E101. <https://doi.org/10.1002/app.35628>
- Sidiq, U. dan M. M. C. (2019a). *METODE PENELITIAN KUALITATIF DI BIDANG PENDIDIKAN.pdf* (A. Mujahid (ed.); 1st ed.). CV Andi Offset.
- Sidiq, U. dan M. M. C. (2019b). *METODE PENELITIAN KUALITATIF DI BIDANG PENDIDIKAN.pdf* (M. A. Dr. Anwar Mujahidin (ed.); I). CV. Nata Karya.
- Simanjuntak, K. (2012). PERAN ANTIOKSIDAN FLAVONOID DALAM MENINGKATKAN KESEHATAN. *Bina Widya*, 23(3), 135–140. https://doi.org/http://library.upnvj.ac.id/pdf/artikel/Majalah_Ilmiyah%20UPN/bw-vol23-no3-apr2012/135-140.pdf
- Smolinske, S. C. (2018). *CRC Handbook of Food, Drug, and Cosmetic Excipients*. CRC Press.
- Sobh, R. A., Nasr, H. E. S., & Mohamed, W. S. (2019). Formulation and in vitro characterization of anticancer drugs encapsulated chitosan/multi-walled carbon nanotube nanocomposites. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 9(8), 32–40. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2019.90805>
- Sofa, S. A. (2019). *Analisis Petai sebagai Inhibitor Alami Pelapis Tinsplate untuk Sumber Belajar Materi Elektrokimia* [UIN Sunan Kalijaga]. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/40812/>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Alfabeta.
- Sukma, F. F., & Fajri, R. (2019). Identifikasi Asam Dehidroasetat dalam Produk Kosmetika dengan Menggunakan HPLC (High Performance Liquid Chromatography). *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 1(2), 15–17.
- Sukmadinata, N. S. (2005). *Metode Penelitian Pendidikan*. PT Remaja Rosdakarya Offset.
- Sumari, Baharintasari, D. R., Asrori, M. R., & Prakasa, Y. F. (2019). Kabupaten Blitar Menggunakan Xrf Dan Xrd. *Jurnal Fisika*, 4(2), 52–55. <https://doi.org/doi.org/10.35508/fisa.v4i2.1240>
- Surabaya, S. N. 5. (n.d.). *Profil Kimia Analisis (KA)*. SMK N 5 Surabaya. <https://smtibdl.sch.id/kurikulum-kimia-analis/>
- Suwandi, B. dan. (2008). *Memahami Penelitian Kualitatif*. PT. Rineka Cipta.
- Suyanto, B., & Sutinah. (2015). *Metode Penelitian Sosial: Berbagai Alternatif Pendekatan (Ketiga)*. Penerbit Kencana.
- Tamer, T. M., Hassan, M. A., Omer, A. M., Baset, W. M. A., Hassan, M. E., El-Shafeey, M. E. A., & Eldin, M. S. M. (2016). Synthesis, characterization and antimicrobial evaluation of two aromatic chitosan Schiff base derivatives. *Process Biochemistry*, 51(10), 1721–1730. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2016.08.002>
- Tan, S. Y., Al-Jumeily, D., Mustafina, J., Hussain, A., Broderick, A., & Forsyth, H. (2018). Rethinking Our Education To Face the New Industry Era. *EDULEARN18 Proceedings*, 1(July), 6562–6571. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1564>
- Tanuwijaya, Y. (2012). *Pengembangan Metode Analisis Antioksidan BHA, BHT, dan TBHQ dalam Mie Instan dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi* [Institut Teknologi Bandung]. <https://digilib.itb.ac.id/index.php/gdl/view/6924>
- Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia, J., Studi Teknologi Hasil Pertanian, P., Pertanian, F., & Arpi, N. (2014). *the Combination of Natural Antioxidants A-*

- Tocopherol With Ascorbic Acid and Synthetic Antioxidants Bha With Bht To Inhibit Rancidity of Roasted Coconut Paste (U Neulheu) During Storage. 061(02).* <https://doi.org/10.17969/jtipi.v6i2.2064>
- Thomas, S., Soloman, P. A., & Rejini, V. O. (2016). Preparation of Chitosan- CMC Blends and Studies on Thermal Properties. *Procedia Technology*, 24(Cmc), 721–726. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.201>
- Tormin, T. F., Cunha, R. R., Richter, E. M., & Munoz, R. A. A. (2012). Fast simultaneous determination of BHA and TBHQ antioxidants in biodiesel by batch injection analysis using pulsed-amperometric detection. *Talanta*, 99, 527–531. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2012.06.024>
- Untung, K. (2012). *Pembangunan Karakter Luhur Siswa melalui Model Diskusi Teman Sejawat di SMK Negeri 3 Yogyakarta* [Universitas Negeri Yogyakarta]. <https://eprints.uny.ac.id/7941/>
- Valcárcel, M., Cárdenas, S., Simonet, B. M., Moliner-Martínez, Y., & Lucena, R. (2008). Carbon nanostructures as sorbent materials in analytical processes. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 27(1), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2007.10.012>
- W., P. & S. C. P. (2000). Chitosan, a drug carrier for the 21* century: a review. *STP Pharma Science*, 10(1), 5–22.
- Wang, B., Zhu, Y., Bai, Z., Luque, R., & Xuan, J. (2017). Functionalized chitosan biosorbents with ultra-high performance, mechanical strength and tunable selectivity for heavy metals in wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal*, 325, 350–359. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.05.065>
- WEF, W. E. F. (2020). The global competitiveness report: How countries are performing on the road to recovery. In S. Schwab, Klaus; Zahidi (Ed.), *World Economic Forum (2020th ed.)*. World Economic Forum. www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf
- Werdhasari, A. (2014). Peran Antioksidan Bagi Kesehatan. *Jurnal Biomedik Medisiana Indonesia*, 3(2), 59–68.
- Wianti, wiwin s. (2014). 54406-ID-fiksasi-kitosan-pada-kain-katun-sebagai. *Fiksasi Kitosan Pada Kain Katun Sebagai Antibakteri*, 25–36.
- Yaumi, M., & Hum, M. (2017). *REFORMASI SISTEM PENDIDIKAN DI INDONESIA : Suatu Refleksi Kritis Menuju Perbaikan Kualitas* [UIN Alauddin Makassar]. repositori.uin-alauddin.ac.id
- Yusuf, A. M. (2014). *Metode Penelitian : Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan (I)*. Penerbit Kencana.
- Zubaidah, S. (2019). Pendidikan Biologi dalam Perkembangan Revolusi Industri. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dengan Tema “Biologi Di Era Revolusi Industri 4.0: Riset Dan Pembelajaran” Di FKIP Univesitas Negeri Jakarta, December*, 1–22.
- Zuriah, N. (2006). *Metodologi Penelitian Sosial dan Pendidikan Teori Aplikasi*. Bumi Aksara.