



UNNES
Universitas Negeri Semarang



PETUNJUK PRAKTIKUM

PEMISAHAN DAN PEMURNIAN BERBASIS SMALL SCALE
CHEMISTRY

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2020

PENULIS

Sigit Priatmoko
Mohammad Alauhdin

ISBN
Penerbit





UNNES
Universitas Negeri Semarang



INSTRUCTION PRACTICUM

SEPARATION AND PURIFICATION BASED ON SMALL
SCALE CHEMISTRY

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2020

WRITER

Sigit Priatmoko
Mohammad Alauhdin

ISBN
Publisher



PETUNJUK PRAKTIKUM

PEMISAHAN DAN PEMURNIAN BERBASIS SMALL SCALE CHEMISTRY

Penulis

Dr. Sigit Priatmoko M.Si.
Mohammad Alauhdin, S.Si., M.Si., Ph.D

Editor

Dimas Gilang Ramadhani, S.Pd., M.Pd.

Penerbit

UNNES PRESS

Jl. Kelud Raya No. 2 Semarang 50237
Telp./Fax. (024) 8415032



PRACTICAL INSTRUCTIONS

SEPARATION AND PURIFICATION BASED ON SMALL SCALE CHEMISTRY

Writer

Dr.

Mohammad Alauhdin, S.Si., M.Si., Ph.D

Editor

**Prof. Dr. Dimas Gilang Ramadhani, S.Pd.,
M.Pd.**

Publisher

UNNES PRESS

Jl. Kelud Raya No. 2 Semarang 50237

Tel./Fax. (024) 8415032



Hak Cipta © pada penulis dan dilindungi Undang-Undang Penerbitan. Hak Penerbitan pada UNNES PRESS.
Dicetak oleh UNNES Press.
Jl. Kelud Raya No. 2 Semarang 50237 Telp./Tax. (024) 8415032.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari penerbit.

PETUNJUK PRAKTIKUM PEMISAHAN DAN PEMURNIAN BERBASIS SMALL SCALE CHEMISTRY

Penulis: Dr. Sigit Priatmoko M.Si.

Editor: Mohammad Alauhdin, S.Si., M.Si., Ph.D.

Lay Out: 1. Dimas Aryo Wibowo
2. Nur Hidayat

Desain Sampul: Susilo

Petunjuk Praktikum Pemisahan dan Pemurnian Berbasis Small Scale Chemistry/ Dr. Sigit Priatmoko M.Si.; -Cet.1.-
-illus.,-Semarang: UnnesPress, 2025;
X + hal. cm.

1. Pendidikan
I. Sigit Priatmoko; II. Judul ISBN

Sanksi Pelanggaran Pasal 72 Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barangsiapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual, kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 50.000.000,00 (lima puluh juta rupiah).

Copyright © to the author and protected by Publishing Law.

Publishing Rights to UNNES PRESS.

Printed by UNNES Press.

Jl. Kelud Raya No. 2 Semarang 50237 Tel./Tax. (024) 8415032.

It is prohibited to quote part or all of the contents of this book in any form without permission from the publisher.

INSTRUCTIONS FOR SEPARATION AND PURIFICATION BASED ON SMALL SCALE CHEMISTRY

Author: Dr. Sigit Priatmoko M.Si.

Editor: Mohammad Alauhdin, S.Si., M.Si., Ph.D.

Lay Out:

Cover Design: Susilo

Practical Instructions for Separation and Purification Based on Small Scale Chemistry/ Dr. Sigit Priatmoko M.Si.; -1st ed.-
-illus.,-Semarang: UnnesPress, 2025;

X + hal. cm.

Education

1. I. Sigit Priatmoko; II. Title ISBN

Sanctions for Violation of Article 72 of Law Number 19 of 2002 Concerning Copyright

Anyone who intentionally violates and without right carries out acts as referred to in Article 2 paragraph (1) or Article 49 paragraph (1) and paragraph (2) shall be punished with imprisonment of at least 1 (one) month and/or a fine of at least Rp. 1,000,000.00 (one million rupiah), or imprisonment of at most 7 (seven) years and/or a fine of at most Rp. 5,000,000,000.00 (five billion).

Anyone who intentionally broadcasts, exhibits, distributes or sells to the public a creation or goods resulting from a copyright infringement as referred to in paragraph (1) shall be punished with imprisonment for a maximum of 5 (five) years and/or a maximum fine of IDR 50,000,000.00 (fifty million rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul "Petunjuk Praktikum Pemisahan dan Pemurnian Berbasis Small Scale Chemistry" ini dapat terselesaikan. Buku ini dirancang sebagai panduan praktis yang komprehensif dalam bidang pemisahan dan pemurnian bahan kimia, dengan pendekatan small-scale chemistry yang lebih hemat sumber daya dan ramah lingkungan.

Pemisahan dan pemurnian merupakan langkah esensial dalam kimia yang membutuhkan pemahaman teori dan keterampilan praktis. Oleh karena itu, buku ini hadir untuk membantu mahasiswa, peneliti, dan praktisi menguasai teknik seperti kromatografi, ekstraksi, dan distilasi. Kami berharap buku ini tidak hanya menjadi panduan praktikum, tetapi juga menginspirasi pembaca untuk berinovasi dan menerapkan small-scale chemistry guna mendukung keberlanjutan lingkungan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan peneliti, dosen, mahasiswa, serta institusi yang telah memberikan dukungan. Secara khusus, kami mengucapkan terima kasih kepada Leading University Project for International Cooperation (LUPIC) atas dukungan yang tak ternilai dalam penyusunan buku ini. Program ini didanai oleh National Research Foundation of Korea (NRF) dan Kementerian Pendidikan Korea melalui hibah NRF2023H1A7A2A02000090. Bantuan dan kontribusi mereka sangat berharga dalam mewujudkan publikasi ini.

Semoga buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat dan memberikan dampak positif bagi pembaca. Selamat membaca dan selamat berpraktik!

SSC
Penulis

PREFACE

We express our gratitude to the presence of God Almighty for the abundance of His grace and gifts so that this book entitled "Practical Guidelines for Separation and Purification Based on Small Scale Chemistry" can be completed. This book is designed as a comprehensive practical guide in the field of separation and purification of chemicals, with a small-scale chemistry approach that is more resource efficient and environmentally friendly.

Separation and purification are essential steps in chemistry that require theoretical understanding and practical skills. Therefore, this book is here to help students, researchers, and practitioners master techniques such as chromatography, extraction, and distillation. We hope that this book will not only be a practical guide, but also inspire readers to innovate and apply small-scale chemistry to support environmental sustainability.

We would like to thank fellow researchers, lecturers, students, and institutions that have provided support. In particular, we would like to thank the Leading University Project for International Cooperation (LUPIC) for their invaluable support in the preparation of this book. This program was funded by the National Research Foundation of Korea (NRF) and the Ministry of Education of Korea through grant NRF2023H1A7A2A02000090. Their assistance and contributions were invaluable in making this publication possible.

Hopefully this book can be a useful reference and provide a positive impact for readers. Happy reading and happy practicing!

SSC
Writer

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel.....	v
Pendahuluan.....	01
Petunjuk Penggunaan Buku Panduan Praktikum.....	13
Eksperimen I. Kromatografi Lapis Tipis.....	45
Eksperimen II. Ekstraksi Pelarut.....	57
Eksperimen III. Destilasi.....	75
Daftar Pustaka.....	93

TABLE LIST OF CONTENT

Preface.....	ii
Table of Content.....	iv
List of Table.....	vi
Introduction.....	02
Instructions for Using the Practicum Handbook.....	14
Experiment I. Thin Layer Chromatography.....	46
Experiment II. Solvent Extraction.....	58
Experiment III. Distillation.....	76
Bibliography.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Organic Microscale Kit.....	03
Gambar 2 Peralatan SSC.....	09
Gambar 3 Kromatografi Lapis Tipis.....	47
Gambar 4 Ilustrasi hasil elusi pada KLT.....	51
Gambar 5 Proses destilasi alkohol.....	77
Gambar 6 Fermentasi Molase.....	79
Gambar 7 Rangkaian alat destilasi.....	87

LIST OF FIGURES

Figure 1 Organic Microscale Kit.....	04
Figure 2 SSC Equipment.....	10
Figure 3 Thin Layer Chromatography.....	48
Figure 4 Illustration of elution results on TLC.....	52
Figure 5 Alcohol distillation process.....	78
Figure 6 Molasses Fermentation.....	80
Figure 7 Distillation apparatus circuit.....	88

PENDAHULUAN

Small Scale Chemistry (SSC) merupakan pendekatan modern dan inovatif dalam praktik laboratorium yang berfokus pada penggunaan bahan kimia dalam jumlah minimal serta peralatan yang disederhanakan untuk melakukan eksperimen secara efektif. Pendekatan ini berdasarkan pada prinsip mengurangi skala penggunaan bahan kimia tanpa mengorbankan kualitas data dan hasil eksperimen. Dalam praktiknya, SSC memberikan solusi atas berbagai tantangan dalam laboratorium skala besar seperti biaya yang tinggi, limbah kimia yang melimpah, serta risiko keselamatan. Penggunaan bahan dalam skala kecil membuat pendekatan ini sangat relevan dalam dunia pendidikan, terutama di institusi dengan sumber daya terbatas.

Integrasi SSC dalam praktikum kimia telah merevolusi cara mahasiswa terlibat dalam pembelajaran eksperimental. Pendekatan ini menekankan ketepatan dan efisiensi sumber daya dengan tetap mengikuti prinsip-prinsip kimia ramah lingkungan. Dengan mengurangi skala eksperimen, Small Scale Chemistry tidak hanya meningkatkan efisiensi laboratorium tetapi juga membuat prosedur eksperimen lebih mudah diakses oleh khalayak yang lebih luas.

Small Scale Chemistry (SSC) memiliki banyak keuntungan, terutama dalam efisiensi penggunaan alat dan bahan. Dengan peralatan yang sederhana dan penggunaan bahan kimia dalam jumlah kecil, metode ini mampu mengurangi biaya praktikum secara signifikan. Selain itu, limbah laboratorium yang dihasilkan juga jauh lebih sedikit, sehingga dampak buruk terhadap lingkungan dapat diminimalkan. Keamanan saat melakukan praktikum juga meningkat, karena mahasiswa bekerja dengan volume bahan kimia yang sangat kecil, sehingga risiko paparan zat berbahaya lebih rendah dibandingkan laboratorium konvensional.

INTRODUCTION

Small Scale Chemistry (SSC) is a modern and innovative approach to laboratory practice that focuses on the use of minimal amounts of chemicals and simplified equipment to conduct experiments effectively. This approach is based on the principle of reducing the scale of chemical usage without compromising the quality of data and experimental results. In practice, SSC provides solutions to various challenges faced in large-scale laboratories, such as high costs, excessive chemical waste, and safety risks. The use of small-scale materials makes this approach highly relevant in education, especially in institutions with limited resources.

The integration of Small Scale Chemistry (SSC) in chemistry practicum has revolutionized the way students engage in experimental learning. This approach emphasizes precision and resource efficiency while adhering to the principles of environmentally friendly chemistry. By reducing the scale of experiments, SSC not only enhances laboratory efficiency but also makes experimental procedures more accessible to a wider audience.

Small Scale Chemistry (SSC) has many advantages, especially in the efficient use of tools and materials. With simple equipment and the use of small amounts of chemicals, this method is able to significantly reduce the cost of practicum. In addition, much less laboratory waste is generated, so adverse impacts on the environment can be minimized. Safety during practicum is also increased, as students work with a very small volume of chemicals, so the risk of exposure to hazardous substances is lower than in conventional laboratories.

Metode SSC juga sejalan dengan prinsip kimia hijau, yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dari eksperimen melalui minimisasi limbah, penghematan sumber daya, dan penghindaran penggunaan bahan beracun. Hal ini menjadikan SSC sebagai pendekatan yang sadar lingkungan, berkelanjutan, dan mendukung pelestarian sumber daya alam.

Pada praktik ilmiah modern, keberlanjutan menjadi prioritas utama, dan SSC memberikan kontribusi yang signifikan untuk mencapainya. Dalam praktikum, SSC membuka peluang bagi mahasiswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah tanpa terhambat oleh keterbatasan bahan atau peralatan. Pendekatan ini memungkinkan berbagai eksperimen dilakukan, mulai dari studi reaksi dasar hingga teknik analisis tingkat lanjut, dengan tetap meminimalkan penggunaan sumber daya. Dengan efisiensinya, SSC tidak hanya membuat pembelajaran lebih efektif tetapi juga mendukung praktik yang ramah lingkungan dan aman bagi semua pihak yang terlibat.



Gambar 1. Organic Microscale Kit

The SSC method is also in line with the principles of green chemistry, which aims to reduce the environmental impact of experiments through waste minimization, resource saving, and avoidance of the use of toxic materials. This makes SSC an approach that is environmentally conscious, sustainable, and supports the preservation of natural resources.

In modern scientific practice, sustainability is a top priority, and SSC makes a significant contribution to achieving it. In practicum, SSC provides opportunities for students to explore scientific concepts without being hampered by limited materials or equipment. This approach allows a wide range of experiments to be conducted, from basic reaction studies to advanced analytical techniques, while minimizing the use of resources. With its efficiency, SSC not only makes learning more effective but also supports environmentally friendly and safe practices for all parties involved.



Figure 1. Organic Micro-scale Kit

Implementasi Small Scale Chemistry (SSC), buku panduan laboratorium kimia menjadi elemen penting yang dirancang untuk mendukung praktikum dengan memberikan panduan utama bagi mahasiswa. Buku ini berisi prosedur terperinci yang menekankan keselamatan, keakuratan, dan efisiensi dalam setiap langkah eksperimen. Sebagai sumber daya yang komprehensif, buku panduan mencakup landasan teori, daftar alat dan bahan, petunjuk langkah kerja, analisis data, serta kiat pemecahan masalah yang disesuaikan dengan eksperimen skala kecil. Selain menyederhanakan metodologi yang rumit, buku panduan ini juga mendorong pembelajaran mandiri dan pemikiran kritis di kalangan mahasiswa.

Dengan fokus pada kuantitas bahan yang dapat dikelola dan peralatan yang mudah digunakan, mahasiswa dapat lebih mudah memahami dan menguasai teknik laboratorium sekaligus memperdalam pemahaman terhadap prinsip dasar kimia. Panduan ini sering kali dilengkapi dengan sketsa atau gambar alat SSC, seperti pipet mikro, tabung reaksi kecil, dan alat pemanas mini, yang membantu mahasiswa memvisualisasikan prosedur dengan lebih baik. Hal ini mempermudah pelaksanaan eksperimen sambil tetap menjaga keselamatan dan efisiensi selama proses belajar.

Buku panduan ini tidak hanya meningkatkan kepraktisan dan kelayakan eksperimen, tetapi juga mengurangi risiko yang terkait dengan penanganan zat berbahaya. Hal ini menjadikannya sangat penting, terutama bagi mahasiswa tingkat akhir yang mempersiapkan diri untuk penelitian akhir atau proyek dalam skala yang lebih besar. Dengan adanya panduan ini, pelaksanaan praktikum SSC menjadi lebih terstruktur, aman, dan efektif, sehingga memberikan pengalaman belajar yang optimal bagi mahasiswa.



The implementation of Small Scale Chemistry (SSC), chemistry laboratory manuals become an important element designed to support practicum by providing key guidance for students. The book contains detailed procedures that emphasize safety, accuracy, and efficiency in every step of the experiment. As a comprehensive resource, the guidebook includes theoretical foundations, lists of tools and materials, work step instructions, data analysis, as well as troubleshooting tips tailored to small-scale experiments. In addition to simplifying complex methodologies, the guidebook also encourages independent learning and critical thinking among students.

With a focus on manageable quantities of materials and easy-to-use equipment, students can more easily understand and master laboratory techniques while deepening their understanding of the basic principles of chemistry. The guide is often supplemented with sketches or drawings of SSC tools, such as micro pipettes, small test tubes, and mini-heaters, which help students better visualize procedures. This makes it easier to carry out experiments while maintaining safety and efficiency during the learning process.

This guidebook not only increases the practicality and feasibility of experiments, but also reduces the risks associated with handling hazardous substances. This makes it very important, especially for final year students preparing for their final research or larger scale projects. With this guide, the implementation of SSC practicum becomes more structured, safe, and effective, thus providing an optimal learning experience for students.

Small Scale Chemistry (SSC) menawarkan efisiensi operasional yang signifikan dalam mendukung proses pembelajaran kimia secara efektif dan optimal. Salah satu keunggulannya adalah penggunaan peralatan yang kecil dan sederhana namun tetap fungsional. Alat-alat dalam SSC dirancang agar mudah dibawa dan dioperasikan, memungkinkan eksperimen dilakukan di berbagai tempat, termasuk di luar laboratorium formal.

Fleksibilitas ini memberikan keuntungan besar bagi institusi pendidikan yang memiliki keterbatasan ruang laboratorium atau anggaran operasional. Misalnya, institusi dengan jumlah mahasiswa yang besar sering kali menghadapi tantangan dalam menyediakan fasilitas laboratorium yang memadai. Dengan SSC, tantangan ini dapat diatasi karena pendekatan ini memungkinkan penggunaan alat dan bahan secara efisien, tanpa mengurangi kualitas pembelajaran. Selain itu, metode ini mempermudah mahasiswa untuk memahami prinsip-prinsip dasar kimia tanpa harus terganggu oleh kerumitan pengaturan alat, sehingga proses belajar menjadi lebih fokus dan produktif.

Pendekatan SSC juga dirancang untuk mendorong pembelajaran mandiri yang efektif. Melalui buku panduan laboratorium yang disusun secara sistematis, mahasiswa mendapatkan panduan terperinci yang mencakup teori dasar, daftar alat dan bahan, serta langkah kerja yang jelas dan mudah diikuti. Buku panduan ini berfungsi sebagai sumber referensi utama yang membantu mahasiswa mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah dengan lebih mendalam. Tidak hanya itu, panduan ini juga dilengkapi dengan analisis data dan tips pemecahan masalah yang relevan, sehingga mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis.



Small Scale Chemistry (SSC) offers significant operational efficiency in supporting the chemistry learning process effectively and optimally. One of its advantages is the use of small and simple yet functional equipment. The tools in SSC are designed to be easy to carry and operate, allowing experiments to be conducted in various places, including outside formal laboratories.

This flexibility provides a great advantage for educational institutions that have limited laboratory space or operational budgets. For example, institutions with large student numbers often face challenges in providing adequate laboratory facilities. With SSC, this challenge can be overcome as this approach allows efficient use of tools and materials, without compromising the quality of learning. In addition, this method makes it easier for students to understand the basic principles of chemistry without having to be distracted by the complexity of setting up tools, so that the learning process becomes more focused and productive.

The SSC approach is also designed to encourage effective self-directed learning. Through a systematically organized laboratory guidebook, students get detailed guidance that includes basic theory, a list of tools and materials, and clear and easy-to-follow work steps. This guidebook serves as the main reference source that helps students explore scientific concepts in more depth. Not only that, this guide is also equipped with relevant data analysis and problem-solving tips, so that students can develop critical and analytical thinking skills.

Kemampuan ini sangat penting, terutama bagi mahasiswa tingkat akhir yang sedang mempersiapkan diri untuk penelitian atau karier di bidang kimia. Dengan menggunakan SSC, mahasiswa tidak hanya belajar teknik laboratorium, tetapi juga terlatih untuk menyelesaikan masalah secara mandiri dan mengambil keputusan yang rasional berdasarkan data eksperimen, sebuah keterampilan yang sangat dihargai dalam dunia kerja.



Gambar 2. Peralatan SSC

Salah satu nilai utama yang diusung SSC adalah peningkatan keselamatan dalam laboratorium. Dengan menggunakan bahan kimia dalam jumlah kecil, risiko kecelakaan atau paparan bahan berbahaya dapat diminimalkan secara signifikan. Dalam eksperimen yang melibatkan senyawa korosif atau bahan kimia lainnya yang berpotensi berbahaya, pendekatan SSC memungkinkan mahasiswa untuk tetap belajar tanpa menghadapi risiko besar. Sebagai contoh, reaksi kimia yang biasanya membutuhkan volume besar dapat dilakukan dalam skala kecil dengan hasil yang tetap relevan secara akademik.

These skills are very important, especially for final-year students who are preparing for research or careers in chemistry. By using SSC, students not only learn laboratory techniques, but are also trained to solve problems independently and make rational decisions based on experimental data, a skill that is highly valued in the working world.



Figure 2. SSC Tools

One of the key values that SSC promotes is improved safety in the laboratory. By using small amounts of chemicals, the risk of accidents or exposure to hazardous materials can be significantly minimized. In experiments involving corrosive compounds or other potentially hazardous chemicals, the SSC approach allows students to keep learning without facing major risks. For example, chemical reactions that usually require large volumes can be conducted on a small scale with results that remain academically relevant.

Pada desain peralatan SSC, seperti labu kecil, pipet mikro, dan tabung reaksi mini, dirancang agar mudah dikontrol dan lebih aman digunakan dibandingkan peralatan konvensional. Pendekatan ini juga menanamkan rasa percaya diri kepada mahasiswa, memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi berbagai jenis eksperimen tanpa rasa khawatir terhadap potensi bahaya, sambil tetap memahami prinsip-prinsip kimia dengan baik.

SSC memainkan peran penting dalam mempersiapkan mahasiswa untuk menghadapi tantangan di dunia nyata, baik di bidang penelitian maupun industri. Dalam SSC, mahasiswa diajarkan untuk menghargai efisiensi, keberlanjutan, dan keselamatan—nilai-nilai yang sangat penting dalam praktik kimia modern. Efisiensi dicapai melalui penggunaan bahan dan alat yang hemat, sementara keberlanjutan diwujudkan dengan meminimalkan limbah dan dampak lingkungan. Pengalaman ini memberikan mahasiswa pemahaman mendalam tentang bagaimana mengelola eksperimen dengan cara yang hemat sumber daya dan ramah lingkungan, sebuah keterampilan yang sangat diperlukan dalam dunia profesional.

Bagi mahasiswa tingkat akhir, SSC menjadi jembatan yang sangat penting antara teori yang dipelajari di kelas dan penerapannya dalam praktik nyata. Dalam pendidikan kimia, memahami konsep teoritis saja tidak cukup; mahasiswa perlu mengasah keterampilan praktis yang relevan dengan dunia industri dan penelitian. SSC memberikan pengalaman langsung dalam merancang dan melakukan eksperimen dengan efisiensi tinggi, menggunakan jumlah bahan yang lebih sedikit tetapi tetap menghasilkan data yang valid. Dengan pendekatan ini, mahasiswa belajar bagaimana mengoptimalkan penggunaan sumber daya sekaligus menjaga akurasi dan ketelitian hasil percobaan.



SSC equipment, such as small flasks, micro-pipettes, and mini test tubes, are designed to be easy to control and safer to use than conventional equipment. This approach also instills confidence in students, allowing them to explore different types of experiments without worrying about potential hazards, while still understanding the principles of chemistry well.

SSC plays an important role in preparing students to face challenges in the real world, both in research and industry. In SSC, students are taught to value efficiency, sustainability, and safety-values that are crucial in modern chemical practices. Efficiency is achieved through the frugal use of materials and tools, while sustainability is realized by minimizing waste and environmental impact. This experience provides students with an in-depth understanding of how to manage experiments in a resource-efficient and environmentally-friendly manner, a skill that is indispensable in the professional world.

For final year students, SSC is a very important bridge between the theory learned in class and its application in real practice. In chemistry education, understanding theoretical concepts is not enough; students need to hone practical skills relevant to the world of industry and research. SSC provides hands-on experience in designing and conducting experiments with high efficiency, using fewer materials but still generating valid data. With this approach, students learn how to optimize the use of resources while maintaining the accuracy and precision of experimental results.V

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU PANDUAN PRAKTIKUM

1. Mengenal Buku Panduan Praktikum

Buku ini dirancang sebagai panduan untuk membantu mahasiswa dalam memahami, merencanakan dan melaksanakan kegiatan praktikum di laboratorium. Setiap bab mencakup tujuan, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, serta Langkah-langkah analisis data.

Pastikan anda membaca dan memahami isis buku sebelum memulai praktikum !

2. Susunan dan penjelasan isi buku

Buku panduan ini terdiri dari beberapa bagian utama

- Pendahuluan: Menjelaskan pentingnya praktikum serta peraturan dan tata tertib di laboratorium.
- Tujuan Praktikum: Menguraikan kompetensi yang diharapkan dapat dicapai setelah melakukan percobaan.
- Dasar Teori: Memberikan penjelasan ilmiah yang relevan dengan percobaan yang akan dilakukan.
- Alat dan Bahan: Daftar peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk setiap percobaan.
- Prosedur Kerja: Langkah-langkah rinci pelaksanaan praktikum yang harus diikuti.
- Analisis dan Diskusi Data: Panduan untuk menganalisis hasil praktikum dan memberikan interpretasi.
- Laporan Praktikum: Format dan panduan penulisan laporan hasil praktikum

INSTRUCTIONS FOR USING THE GUIDEBOOK

PRACTICUM

1. Get to know the Practicum Handbook

This book is designed as a guide to help students understand, plan and carry out practicum activities in the laboratory. Each chapter includes objectives, theoretical basis, tools and materials, work procedures, and data analysis steps.

Make sure you read and understand the contents of the book before starting the practicum!

2. Structure and explanation of book contents

This guidebook consists of several main sections

- Introduction: Explains the importance of the practicum as well as the rules and regulations in the laboratory.
- Practicum Objectives: Outlines the competencies that are expected to be achieved after conducting the experiment.
- Basic Theory: Provides scientific explanations relevant to the experiment to be carried out.
- Tools and Materials: Lists the equipment and materials needed for each experiment.
- Work Procedure: Detailed steps of the practicum that must be followed.
- Data Analysis and Discussion: Guidelines for analyzing lab results and providing interpretations.
- Practicum Report: Format and guidelines for writing the practicum report

3. Persiapan sebelum praktikum

- Bacalah tujuan dan dasar teori untuk memahami konsep percobaan.
- Periksa daftar alat dan bahan untuk memastikan semua kebutuhan tersedia.
- Pelajari prosedur kerja untuk menghindari kesalahan selama pelaksanaan.
- Catat pertanyaan atau hal-hal yang perlu diklarifikasi kepada asisten laboratorium.

4. Pelaksanaan praktikum

- Ikuti prosedur kerja sesuai langkah-langkah yang dijelaskan dalam buku panduan.
- Selalu utamakan keselamatan kerja, gunakan alat pelindung diri, dan patuhi aturan di laboratorium.
- Catat setiap pengamatan dan hasil yang diperoleh secara rinci di lembar kerja atau buku catatan.
- Jika terjadi kesalahan atau masalah selama praktikum, segera konsultasikan dengan asisten atau dosen pembimbing.

5. Setelah praktikum

- Analisis hasil yang diperoleh berdasarkan panduan dalam buku ini.
- Diskusikan hasil percobaan dengan rekan satu kelompok dan asisten jika diperlukan.
- Susun laporan praktikum sesuai format yang disediakan di bagian akhir buku panduan.
- Pastikan area kerja bersih dan semua alat telah dikembalikan ke tempat semula.

3. Preparation before practicum

- Read the objectives and theoretical basis to understand the concepts of the experiment.
- Check the list of tools and materials to ensure all the necessities are available.
- Study the work procedure to avoid mistakes during execution.
- Note down questions or things that need to be clarified to the laboratory assistant.

4. Practicum implementation

- Follow the work procedure according to the steps described in the guidebook.
- Always prioritize work safety, use personal protective equipment, and obey the rules in the laboratory.
- Record every observation and result in detail in the worksheet or notebook.
- If mistakes or problems occur during the practicum, immediately consult with the assistant or supervisor.

5. After practicum

- Analyze the results obtained based on the guidelines in this book.
- Discuss the results with your group mates and assistants if necessary.
- Prepare a lab report according to the format provided at the end of this manual.
- Ensure the work area is clean and all tools have been returned to their original place.

6.Tata tertib dan etika di laboratorium

- Hadir tepat waktu dan berpakaian sesuai aturan yang berlaku di laboratorium.
- Jangan membawa makanan atau minuman ke dalam laboratorium.
- Gunakan alat dan bahan sesuai instruksi dan hanya untuk keperluan praktikum.
- Laporkan kejadian yang tidak diinginkan, seperti tumpahan bahan kimia atau kerusakan alat, kepada asisten.

6.Rules and ethics in the laboratory

- Be on time and dress according to the rules that apply in the laboratory.
- Do not bring food or drinks into the laboratory.
- Use tools and materials as instructed and only for practical purposes.
- Report any untoward incidents, such as chemical spills or damage to equipment, to the assistant.

SMALL SCALE CHEMISTRY KIT

NO	NAMA	GAMBAR	FUNGSI
1	Labu Erlenmeyer		sebagai tempat mencampurkan zat, memanaskan larutan, dan mengamati perubahan kimia.
2	Labu Hisap		Wadah untuk reaksi kimia yang melibatkan gas atau tekanan.
3	Labu Didih		Wadah untuk memanaskan larutan dalam reaksi kimia.

SMALL SCALE CHEMISTRY KIT

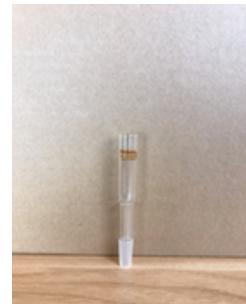
NO	NAME	FIGURE	FUNCTIO N
1	Erlenmeyer Flask		as a place to mix substances, heat solutions, and observe chemical changes.
2	Erlenmeyer Flask		A container for chemical reactions involving gas or pressure.
3	Boiling Flask		A container for heating solutions in chemical reactions.

4	Labu Didih Bulat 2 Leher		Wadah reaksi yang membutuhkan akses tambahan untuk pengadukan atau kondensor.
5	Labu Didih Bulat 3 Leher		Wadah untuk reaksi dengan akses multiple untuk kondensor, pengadukan, atau termometer
6	Corong		Memindahkan larutan ke dalam wadah dengan sambungan kompatibel

4	Boiling Flask 2 Neck		A reaction vessel that requires additional access for stirring or a condenser.
5	Boiling Flask 3 Neck		Containers for reactions with multiple access for condensers, stirrers, or thermometers.
6	Funnel		Transfer the solution into a container with compatible connections.

7	Labu Kultur		Menumbuhkan mikroorganisme atau sel untuk reaksi biokimia.
8	Cawan Petri		Tempat kultur mikroorganisme untuk pengamatan atau eksperimen
9	Adaptor Vakum		Menghubungkan alat untuk eksperimen yang memerlukan vakum.

7	Culture Flask		Growing microorganisms or cells for biochemical reactions.
8	Petri Dish		A place to culture microorganisms for observation or experimentation
9	Vacuum Adapter		Connecting tools for experiments that require vacuum.

10	Adaptor Tabung		Menyambungkan termometer ke alat kimia.
11	Adaptor Termometer		Memungkinkan termometer berada di posisi yang tepat untuk mengukur suhu dengan akurat.
12	Adaptor Penetes		Alat untuk pengendalian tetesan dalam reaksi.

10	Tube Connector For Thermometer		Connecting a thermometer to a chemical device.
11	Connector For Thermometer		Ensure the thermometer is connected in the experiment.
12	Connector Drop		Device for droplet control in reactions.

13	Adaptor Corong Penetes		Menyalurkan larutan secara bertahap ke sistem reaksi.
14	Gelas Kimia 10 ml		Wadah pencampuran dan pemanasan larutan
15	Kolom Fraksinasi		Memisahkan campuran berdasarkan titik didih.

13	Funnel Connector Drop		Gradually deliver the solution to the reaction system.
14	Beaker Low Form 10 ml		Solution mixing and heating container
15	Fraction Column		Separating mixtures by boiling point.

16	Kolom Fraksinasi Vigreux		Kolom fraksionasi dengan efisiensi tinggi untuk distilasi.
17	Perangkat Dean-Stark		Menghilangkan air dalam reaksi kimia organik.
18	Kondensor Liebig		Alat pendingin untuk distilasi atau kondensasi

16	Fraction Column, Vgreux		High-efficiency fractionation column for distillation.
17	Dean Stark		Removing water in organic chemical reactions.
18	Condensor Liebig		Cooling device for distillation or condensation

19	Kondensor Allihn		Kondensor untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas.
20	Adaptor dengan Tabung Inlet		Memasukkan gas atau cairan ke sistem reaksi
21	Adaptor 3 Arah dengan Sambungan		Menghubungkan tiga jalur untuk distribusi gas atau cairan

19	Condenser Allihn		Condenser to improve heat transfer efficiency.
20	Connector With Inlet Tube		Adding gas or liquid to the reaction system
21	Connector 3 Way		Connects three lines for gas or liquid distribution

22	Adaptor Vakum		Membantu menciptakan sistem vakum dalam eksperimen.
23	Labu Bentuk Pir		Wadah untuk distilasi atau reaksi kimia skala kecil.
24	Tabung Inlet		Mengalirkan gas atau cairan ke dalam sistem tertutup.

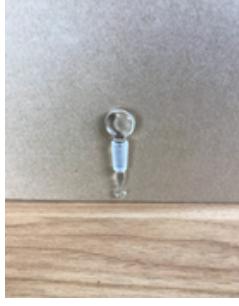
22	Vacuum Adapter		Helps create a vacuum system in experiment S.
23	Pear Shape Flask		Containers for distillation or small-scale chemical reactions.
24	Inlet Tube		Flow gas or liquid into a closed system.

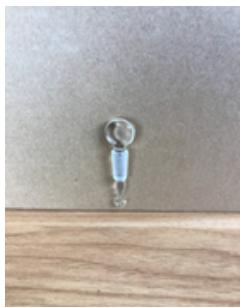
25	Tabung Pengering		Menyerap kelembaban dalam sistem tertutup.
26	Pointer Kaca Padat		Alat untuk menunjuk atau mencampurkan bahan.
27	Batang Pengaduk		Pengaduk larutan secara manual

25	Drying Tube		Absorbs moisture in closed systems.
26	Pointer Solid Glass		Tool for pointing or mixing ingredients.
27	Rod Stirrer		Manual stirring of the solution

28	Piped		Tabung kecil untuk menyalurkan cairan.
29	Corong Pisah		Memisahkan campuran cairan dengan densitas berbeda.
30	Kolom dengan Cakram Penyaring		Penyaring cairan dalam sistem kolom.

28	Piped OD 6 mm		A small tube for channeling fluids.
29	Separating Funnel		Separating liquid mixtures with different densities.
30	Plain Column With Filter Disk		Liquid filters in column systems.

31	Sendok Kaca		Mengambil atau mencampur bahan kimia.
32	Tabung Reaksi		Wadah untuk uji coba larutan skala kecil.
33	Penyumbat Kaca dengan Pengait		Penutup kaca untuk menjaga isolasi larutan.

31	Glass Spoon		Picking or mixing chemicals.
32	Test Tube		Containers for small-scale solution trials.
33	Glass Stopper With Hook		Glass cover to keep the solution isolated.

34	Botol Jar		Menyimpan larutan kimia atau reagen dalam kondisi kedap udara.
35	Buret		Meneteskan larutan secara presisi dalam titrasi kimia.
36	Termometer 200°C		Mengukur suhu dalam reaksi kimia.
	Termometer 150 °C		

34	Jar With TS		Store chemical solutions or reagents in airtight conditions.
35	Burrete 2 ml		Precisely drop solutions in chemical titration.
36	Thermometer 200°C		Measure temperature in chemical reactions.
	Thermometer 150 °C		

37	Gelas Arloji		Wadah kecil untuk mengeringkan atau menimbang zat.
38	Kaca Preparat		Tempat untuk pengamatan zat di bawah mikroskop.

37	Watch Glass		Small containers for drying or weighing substances.
38	Slide Glass		A place for observing substances under a microscope .

EKSPERIMENT I

KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS

A. Tujuan Percobaan

1. Mahasiswa terampil melakukan pemisahan dengan kromatografi lapis tipis.
2. Mahasiswa dapat menganalisis hasil pemisahan dengan kromatografi lapis tipis.

B. Dasar Teori

Kromatografi adalah metode pemisahan yang didasarkan pada distribusi komponen-komponen sampel di antara dua fase, yaitu fase diam dan fase gerak (Emilda et al 2023). Fase diam adalah media yang bersifat tidak bergerak dan dapat berupa padatan atau cairan yang terikat pada permukaan padatan. Contoh fase diam yang sering digunakan meliputi kertas, alumina, silika, atau berbagai jenis adsorben lainnya. Sementara itu, fase gerak berupa zat cair (eluen atau pelarut) atau gas yang bersifat inert, yang bergerak melewati fase diam untuk memisahkan komponen-komponen dalam campuran.

Salah satu jenis kromatografi yang banyak digunakan adalah kromatografi lapis tipis (KLT), yang termasuk tipe kromatografi planar. Pada metode ini, fase diam berupa lapisan tipis bahan yang diaplikasikan pada suatu bidang datar, seperti kaca, lempeng aluminium, atau plastik. Bahan yang digunakan sebagai fase diam umumnya adalah adsorben seperti silika gel, alumina, selulosa, atau bahan serupa lainnya. KLT banyak digunakan karena kemudahannya dalam pengoperasian serta efisiensi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan analisis.

EXPERIMENT I

THIN LAYER CHROMATOGRAPHY

A. Purpose of The Experiment

1. Students are skilled in performing separation by thin layer chromatography.
2. Students can analyze the results of separation by thin layer chromatography.

B. Theoretical Basis

Chromatography is a separation method based on the distribution of sample components between two phases, the stationary phase and the mobile phase (Emilda et al 2023). The stationary phase is a medium that is immobile and can be a solid or liquid bound to the surface of a solid. Examples of stationary phases that are often used include paper, alumina, silica, or various other types of adsorbents. Meanwhile, the mobile phase is an inert liquid (eluent or solvent) or gas, which moves through the stationary phase to separate the components in the mixture.

One type of chromatography that is widely used is thin layer chromatography (KLT), which is a type of planar chromatography. In this method, the stationary phase is a thin layer of material applied to a flat plane, such as glass, aluminum plate, or plastic. The material used as the stationary phase is generally an adsorbent such as silica gel, alumina, cellulose, or other similar materials. KLT is widely used because of its ease of operation as well as the efficiency of the time required to perform the analysis.

Kromatografi lapis tipis memiliki banyak aplikasi, terutama dalam analisis kualitatif. Teknik ini sering digunakan untuk pemisahan dan identifikasi senyawa-senyawa organik, seperti alkaloid, steroid, vitamin, zat warna, asam amino, dan berbagai senyawa lainnya. Metode ini memungkinkan pemisahan senyawa dengan dasar interaksi antara fase diam dan fase gerak, yang mengandalkan perbedaan polaritas atau sifat kimia lainnya.



Gambar 3.Kromatografi Lapis Tipis

Sumber: *farmasiindustri.com*

Pada analisis kualitatif menggunakan KLT, hasil elusi dihitung dengan cara menentukan nilai Rf (Retention Factor). Nilai Rf merupakan perbandingan antara jarak yang ditempuh oleh komponen sampel terhadap jarak yang ditempuh oleh pelarut dari titik awal pengembangan. Nilai ini digunakan untuk mengidentifikasi komponen-komponen dalam campuran, karena pada kondisi pemisahan yang identik, senyawa yang sama akan memiliki nilai Rf yang serupa. Oleh karena itu, nilai Rf sering dibandingkan dengan nilai Rf standar dari senyawa yang sudah diketahui.

Thin layer chromatography has many applications, especially in qualitative analysis. This technique is often used for the separation and identification of organic compounds, such as alkaloids, steroids, vitamins, dyes, amino acids, and various other compounds. This method allows the separation of compounds on the basis of the interaction between the stationary phase and the mobile phase, relying on differences in polarity or other chemical properties.



Figure 3.Thin Layer Chromatography

Source: pharmaceuticalindustry.com

In qualitative analysis using KLT, the elution results are calculated by determining the R_f (Retention Factor) value. The R_f value is the ratio between the distance traveled by the sample component to the distance traveled by the solvent from the starting point of development. This value is used to identify the components in the mixture, because under identical separation conditions, the same compound will have a similar R_f value. Therefore, R_f values are often compared to standard R_f values of known compounds.

Secara umum, prinsip kerja KLT melibatkan aplikasi sampel pada lempeng kromatografi, pengembangan fase gerak, dan visualisasi hasil elusi (Kautsari et al ,2020). Sampel diaplikasikan sebagai titik kecil pada garis dasar lempeng, kemudian dimasukkan ke dalam wadah berisi fase gerak. Ketika fase gerak bergerak naik melalui kapilaritas, komponen-komponen sampel akan terpisah berdasarkan interaksi mereka dengan fase diam dan fase gerak. Setelah pengembangan selesai, hasil elusi dapat divisualisasikan menggunakan sinar UV atau reagen tertentu.

Salah satu aplikasi penting KLT adalah dalam analisis senyawa aktif tumbuhan, seperti kurkumin. Kurkumin adalah senyawa polifenol berwarna kuning yang ditemukan dalam rimpang kunyit (*Curcuma longa L.*) dan temulawak (*Curcuma xanthoriza*). Senyawa ini merupakan komponen paling aktif yang memberikan warna kuning khas pada kunyit dan temulawak. Selain memberikan warna, kurkumin juga memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk sifat antioksidan, anti-inflamasi, dan antikanker.

Dalam percobaan, Kromatografi lempeng tipis ini dapat digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dalam ekstrak kunyit atau temulawak. Sampel diekstraksi menggunakan pelarut tertentu, kemudian diaplikasikan pada lempeng KLT (Asfiyah et al,2020). Proses pengembangan dilakukan menggunakan fase gerak yang sesuai untuk memisahkan kurkumin dari komponen lainnya. Pemilihan fase gerak yang tepat menjadi faktor penting untuk mendapatkan pemisahan yang optimal.

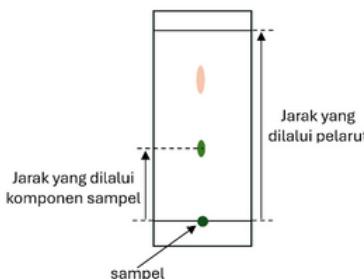
In general, the working principle of KLT involves the application of the sample on the chromatographic plate, the development of the mobile phase, and the visualization of the elution results (Kautsari et al ,2020). The sample is applied as a small dot on the baseline of the plate, then inserted into a container containing mobile phase. As the mobile phase moves up through capillarity, the components of the sample will separate based on their interaction with the stationary phase and mobile phase. Once development is complete, the elution results can be visualized using UV light or specific reagents.

One important application of KLT is in the analysis of plant active compounds, such as curcumin. Curcumin is a yellow polyphenolic compound found in the rhizomes of turmeric (*Curcuma longa L.*) and temulawak (*Curcuma xanthoriza*). This compound is the most active component that gives turmeric and temulawak their distinctive yellow color. Apart from providing color, curcumin also has various biological activities, including antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer properties.

In experiments, KLT can be used to separate components in turmeric or temulawak extracts. Samples are extracted using a specific solvent, then applied to a KLT plate (Asfiyah et al,2020). The development process is carried out using the appropriate mobile phase to separate curcumin from other components. The selection of the right mobile phase is an important factor in obtaining optimal separation.

Hasil pemisahan pada KLT dinilai dari nilai Rf yang dihasilkan. Nilai Rf kurkumin dalam ekstrak kunyit atau temulawak kemudian dibandingkan dengan nilai Rf dari standar kurkumin. Dengan cara ini, keberadaan kurkumin dalam sampel dapat diidentifikasi secara kualitatif. Apabila nilai Rf yang diperoleh dari sampel sama dengan nilai Rf standar, maka dapat disimpulkan bahwa komponen tersebut adalah kurkumin. Nilai Rf merupakan jarak komponen sampel jarak pelarut

Rf=jarak komponen sampel jarak pelarut



Gambar 4. Ilustrasi hasil elusi pada KLT

Teknik KLT tidak hanya memungkinkan identifikasi, tetapi juga memberikan informasi tentang kompleksitas komponen dalam suatu sampel. Hal ini sangat berguna dalam penelitian senyawa bioaktif, terutama dalam bidang farmasi dan pangan. Selain itu, metode ini juga relatif murah, mudah dilakukan, dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis sampel.

KLT menjadi salah satu metode yang sangat berguna dalam analisis kimia modern. Dalam konteks analisis kurkumin, KLT tidak hanya berperan dalam mengidentifikasi senyawa ini, tetapi juga memberikan wawasan lebih jauh tentang kandungan senyawa aktif dalam bahan alam. Hal ini menjadikan KLT sebagai teknik yang esensial untuk penelitian lebih lanjut, baik dalam ilmu kimia, bioteknologi, maupun farmasi.

The separation results on the KLT were assessed from the resulting R_f value. The R_f value of curcumin in turmeric or temulawak extract is then compared with the R_f value of the curcumin standard. In this way, the presence of curcumin in the sample can be qualitatively identified. If the R_f value obtained from the sample is the same as the standard R_f value, it can be concluded that the component is curcumin. The R_f value is the distance of the sample component from the solvent



Figure 4. Illustration of elution results on KLT

The KLT technique not only allows identification, but also provides information on the complexity of the components in a sample. This is very useful in the research of bioactive compounds, especially in the pharmaceutical and food fields. In addition, this method is also relatively cheap, easy to perform, and can be applied to various types of samples.

KLT has become one of the most useful methods in modern chemical analysis. In the context of curcumin analysis, KLT not only plays a role in identifying this compound, but also provides further insight into the content of active compounds in natural materials. This makes KLT an essential technique for further research, whether in chemistry, biotechnology, or pharmacy.

C. Alat dan Bahan

Alat :

1. Lempeng Silika
2. Bejana Pengembang
3. Labu Erlenmeyer Bertutup
4. Pipet/Pipa Kapiler
5. Cawan Porselin
6. Gelas Ukur.

Bahan :

1. Ekstrak Kunyit
2. Standar Kurkumin
3. Kloroform
4. Etanol
5. Asam formiat.

D. Cara Kerja

1. Larutan pengembang (eluen) dibuat dari campuran kloroform, etanol, asam formiat dengan perbandingan 70 : 5 : 1. Ketiganya dicampurkan dalam erlenmeyer tertutup hingga homogen.
2. Larutan pengembang selanjutnya dimasukkan ke dalam bejana pengembang hingga tinggi cairan sekitar 1-2 cm, lalu tutup bejana dan biarkan hingga jenuh.
3. Lempeng silika ukuran 2x6 cm disiapkan dan ditandai dengan pensil untuk batas pengembangan. Totolkan larutan standar kurkumin dan ekstrak kunyit atau temu lawak pada lempeng silika menggunakan pipa kapiler.
4. Lempeng silika selanjutnya dimasukkan ke dalam bejana pengembang yang telah jenuh dengan eluen, lalu segera ditutup rapat.
5. Pengembangan dihentikan bila eluen telah sampai pada batas pengembangan.

C. Tools and Materials

Tools :

1. Silica Plate
2. Developer Vessel
3. Closed Erlenmeyer Flask
4. Pipette/Capillary Pipe
5. Porcelain Cup
6. Measuring Cup.

Materials :

1. Turmeric Extract
2. Curcumin Standard
3. Chloroform
4. Ethanol
5. Formic Acid.

D. How to Work

1. The developer solution (eluent) was made from a mixture of chloroform, ethanol, formic acid in a ratio of 70: 5 : 1. The three were mixed in a closed erlenmeyer until homogeneous.
2. The developer solution was then put into the developer vessel until the liquid height was about 1-2 cm, then close the vessel and leave it until saturated.
3. A 2x6 cm silica plate was prepared and marked with a pencil as the development boundary. Pour the standard solution of curcumin and turmeric extract or temu lawak on the silica plate using a capillary tube.
4. The silica plate is then inserted into a developer vessel that has been saturated with eluent, then immediately closed tightly.
5. Development is stopped when the eluent has reached the development limit.

6. Jika proses pengembangan telah selesai, lempeng silika dikeluarkan dari bejana, lalu damati spot/noda yang mucul dan dihitung nilai Rf-nya.

E. Data Pengamatan

Jarak pengembangan= cm

Jarak tempuh komponen standar (cm)	Jarak tempuh komponen sampel (cm)	Rf
	Komponen 1:	
	Komponen 2:	

F. Analisis Data

$$Value\ Rf = \frac{Jarak\ Tempuh\ Komponent_{(mg)}}{Jarak\ Tempuh\ Eluen_{(mg)}} \times 100\%$$

G. Pertanyaan

1. Bagaimanakah mekanisme pemisahan yang terjadi pada KLT?
2. Sebutkan fase gerak dan fase diam yang digunakan pada percobaan ini!
3. Jelaskan bagaimana identifikasi suatu senyawa dapat dilakukan secara KLT!
4. Berdasarkan hasil pengamatan, ada berapa komponen ekstrak yang dapat dipisahkan dengan KLT? Bandingkan hasil tersebut dengan literatur!
5. Apakah larutan pengembang atau eluen yang digunakan dapat diganti dengan larutan lain? Jika dapat, berikan contohnya!

6. If the development process has been completed, the silica plate is removed from the developer vessel, then observe the spots/stains that appear and calculate the Rf value.

E. Observation Data

Development distance= cm

Standard component travel distance (cm)	Travel distance of sample component (cm)	Rf
	Component 1:	
	Component 2:	

F. Data Analysis

$$Value\ Rf = \frac{Distance\ Traveled\ Components_{(mg)}}{Distance\ Traveled\ Eluent_{(mg)}} \times 100\%$$

G. Pertanyaan

1. What is the mechanism of separation that occurs in the KLT?
2. Name the mobile phase and stationary phase used in this experiment!
3. Explain how the identification of a compound can be done by KLT!
4. Based on the observations, how many components of the extract can be separated by KLT? Compare these results with the literature!
5. Is the developer solution or eluent used can be replaced with another solution? If so, give an example!

EKSPERIMENT II **EKSTRAKSI PELARUT**

A. Tujuan Percobaan

Mahasiswa dapat memisahkan asam benzoate dan naftalena dari campurannya dengan ekstraksi pelarut.

B. Dasar Teori

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi dihentikan apabila tercapainya kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Ekstrak awal sulit dipisahkan melalui teknik pemisahan tunggal untuk mengioslasi senyawa tunggal. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan distribusi konsentrasi senyawa antara pelarut dan matriks sampel. Kesetimbangan ini terjadi saat laju perpindahan senyawa ke pelarut dan dari pelarut ke matriks menjadi sama, sehingga tidak ada perubahan signifikan pada konsentrasi

Ekstraksi pelarut adalah metode pemisahan komponen dari campurannya dengan memanfaatkan perbedaan kelarutan dalam dua pelarut yang tidak saling bercampur (umumnya air dan pelarut organik). Proses ini memanfaatkan prinsip distribusi senyawa terlarut berdasarkan sifat kimia dan fisikanya dalam dua fasa pelarut yang bersifat imiscible. Prinsip ini memanfaatkan distribusi komponen antara dua fase sesuai dengan hukum distribusi (hukum Nernst). Persamaan dasar distribusi adalah:

$$K_D = \frac{C_{organik}}{C_{air}}$$

EXPERIMENT II

SOLVENT EXTRACTION

A. Purpose of the Experiment

Students are able to separate benzoic acid and naphthalene from their mixture by solvent extraction.

B. Basic Theory

Extraction is the process of separating materials from their mixture using a suitable solvent. The extraction process is stopped when an equilibrium is reached between the concentration of compounds in the solvent and the concentration in the plant cells. After the extraction process, the solvent is separated from the sample by filtration. The initial extract is difficult to separate through single separation techniques to isolate single compounds. The extraction process is stopped when an equilibrium in the concentration distribution of compounds between the solvent and the sample matrix is reached. This equilibrium occurs when the rates of transfer of compounds to the solvent and from the solvent to the matrix become equal, so that there is no significant change in concentration.

Solvent extraction is a method of separating components from their mixture by utilizing differences in solubility in two immiscible solvents (generally water and organic solvents). This process utilizes the principle of distribution of dissolved compounds based on their chemical and physical properties in two immiscible solvent phases. This principle utilizes the distribution of components between the two phases in accordance with the distribution law (Nernst's law). The basic equation of distribution is:

$$K_D = \frac{C_{\text{organic}}}{C_{\text{water}}}$$

Dalam ekstraksi pelarut, campuran yang akan diekstraksi bersifat heterogen (tidak saling campur), dan jika dipisahkan terdapat 2 fasa, yaitu fasa diluent (rafinat/residu) dan fasa solvent (berisi larutan yang diekstrak). Pemisahan ini dapat berhasil jika terdapat perbedaan kelarutan senyawa dalam kedua pelarut yang digunakan. Secara umum, senyawa yang diekstraksi memiliki kelarutan rendah dalam satu pelarut, tetapi sangat larut dalam pelarut lainnya. Metode ini sering digunakan dalam isolasi senyawa bioaktif dari bahan alam, pemurnian produk industri, dan analisis kimia.

Proses ekstraksi melibatkan beberapa tahapan utama:

1. Kontak Antara Fasa: Pelarut ditambahkan ke larutan asal (umpam) yang mengandung zat terlarut. Zat terlarut berpindah dari fasa umpan ke fasa pelarut karena perbedaan kelarutan dan sifat kimia pelarut.
2. Pemisahan Fasa: Setelah proses pencampuran, campuran dipisahkan menjadi dua fasa:
 - Fasa ekstrak: Mengandung pelarut dengan konsentrasi zat terlarut tinggi.
 - Fasa rafinat: Mengandung larutan asal dengan konsentrasi zat terlarut rendah.

Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi harus memiliki kelarutan yang terbatas terhadap diluen agar dua fasa cair dapat terbentuk. Fasa yang dominan dengan diluen disebut rafinat, sedangkan yang dominan dengan pelarut disebut ekstrak. Pada prinsipnya, proses ini memanfaatkan perbedaan densitas antara kedua fasa, sehingga kedua cairan akan membentuk lapisan terpisah. Prinsip utama ekstraksi pelarut adalah "like dissolves like," yaitu pelarut polar akan melarutkan senyawa polar, dan pelarut nonpolar akan melarutkan senyawa nonpolar.

In solvent extraction, the mixture to be extracted is heterogeneous (does not mix with each other), and if separated there are 2 phases, namely the diluent phase (raffinate/residue) and the solvent phase (containing the extracted solution). This separation can be successful if there are differences in the solubility of compounds in the two solvents used. In general, the extracted compound has low solubility in one solvent, but is highly soluble in the other. This method is often used in the isolation of bioactive compounds from natural materials, purification of industrial products, and chemical analysis.

The extraction process involves several main stages:

1. Contact Between Phases: Solvent is added to the original solution (feed) containing the solute. The solute moves from the feed phase to the solvent phase due to differences in solubility and chemical properties of the solvent.
2. Phase Separation: After the mixing process, the mixture is separated into two phases:
 - a. Extract phase: Contains solvent with high solute concentration.
 - b. The raffinate phase: Contains the solution of origin with a low solute concentration.

The solvent used in the extraction must have limited solubility to the diluent so that two liquid phases can form. The phase that is dominant with the diluent is called raffinate, while the one that is dominant with the solvent is called extract. In principle, this process utilizes the density difference between the two phases, so that the two liquids will form separate layers. The main principle of solvent extraction is “like dissolves like,” i.e. polar solvents will dissolve polar compounds, and nonpolar solvents will dissolve nonpolar compounds.

Pemilihan pelarut yang tepat sangat penting untuk memastikan selektivitas dan efisiensi ekstraksi. Pelarut yang digunakan harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain:

1. Daya larut tinggi terhadap senyawa target. Pelarut harus mampu melarutkan senyawa yang diinginkan secara selektif tanpa melarutkan senyawa pengotor.
2. Tidak reaktif terhadap senyawa target. Pelarut harus bersifat inert sehingga tidak mengubah struktur kimia senyawa target selama proses ekstraksi.
3. Volatilitas yang sesuai. Pelarut idealnya mudah diuapkan untuk memudahkan pemisahan setelah ekstraksi selesai.
4. Keamanan dan ramah lingkungan. Pelarut harus aman digunakan, tidak beracun, dan se bisa mungkin tidak mencemari lingkungan.

Mekanisme distribusi senyawa antara dua pelarut tergantung pada koefisien partisi, yang merupakan rasio konsentrasi senyawa dalam dua fasa. Koefisien partisi ini menjadi dasar penting dalam pemilihan pelarut untuk memastikan bahwa senyawa target dapat diekstraksi secara efisien dari matriks sampel. Prinsip ini juga didukung oleh pengamatan bahwa setiap pelarut memiliki konstanta dielektrik tertentu yang berpengaruh pada kelarutan senyawa.

Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan distribusi konsentrasi senyawa antara pelarut dan matriks sampel. Kesetimbangan ini terjadi saat laju perpindahan senyawa ke pelarut dan dari pelarut ke matriks menjadi sama, sehingga tidak ada perubahan signifikan pada konsentrasi.

Proses ekstraksi cair-cair berlangsung secara diffusional, di mana perpindahan massa zat terlarut terjadi karena adanya gaya dorong (driving force) akibat perbedaan potensial kimia antara kedua fasa. Faktor-faktor yang memengaruhi proses ini meliputi:

Proper solvent selection is essential to ensure selectivity and extraction efficiency. The solvent used must meet several criteria, including:

1. High solubility to the target compound. The solvent must be able to selectively dissolve the desired compounds without dissolving impurity compounds.
2. Non-reactive to the target compound. The solvent must be inert so that it does not alter the chemical structure of the target compound during the extraction process.
3. Suitable volatility. The solvent should ideally be easy to evaporate to facilitate separation after the extraction is complete.
4. Safety and environmental friendliness. Solvents should be safe to use, non-toxic, and should not pollute the environment as much as possible.

The mechanism of compound distribution between two solvents depends on the partition coefficient, which is the ratio of compound concentrations in the two phases. This partition coefficient becomes an important basis in solvent selection to ensure that the target compounds can be efficiently extracted from the sample matrix. This principle is also supported by the observation that each solvent has a specific dielectric constant that affects the solubility of the compound.

The extraction process is stopped when an equilibrium of the compound concentration distribution between the solvent and the sample matrix is reached. This equilibrium occurs when the rate of transfer of compounds to the solvent and from the solvent to the matrix becomes the same, so there is no significant change in concentration.

The liquid-liquid extraction process takes place diffusively, where mass transfer of solutes occurs due to a driving force due to the difference in chemical potential between the two phases. Factors that influence this process include:

1. Jenis Pelarut

Pemilihan pelarut sangat penting untuk memastikan efisiensi dan selektivitas proses. Pelarut yang baik harus memiliki daya larut tinggi untuk komponen yang diinginkan, inert terhadap bahan baku, tidak mudah terbakar, stabil, dan ramah lingkungan. Pemilihan pelarut berdasarkan kepolaran sangat penting untuk memastikan selektivitas ekstraksi. Pelarut polar cocok untuk senyawa hidrofilik, sedangkan pelarut nonpolar lebih efektif untuk senyawa hidrofobik.

2. Suhu

Suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan kelarutan zat terlarut dalam pelarut, tetapi harus tetap mempertimbangkan stabilitas senyawa yang diekstrak. Suhu tinggi juga dapat menyebabkan degradasi senyawa yang sensitif terhadap panas. Oleh karena itu, suhu ekstraksi harus dioptimalkan untuk setiap jenis sampel.

3. Rasio Pelarut dan Bahan

Rasio yang lebih besar antara pelarut dan bahan baku biasanya menghasilkan ekstrak yang lebih banyak. Namun, perlu ditentukan rasio yang optimal antara bahan dan pelarut untuk menghindari penggunaan pelarut berlebihan dan meningkatkan efisiensi proses.

4. Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran partikel bahan, semakin besar luas permukaan kontak, sehingga laju ekstraksi meningkat. Ukuran partikel yang lebih kecil meningkatkan luas permukaan kontak antara bahan dan pelarut, sehingga meningkatkan efisiensi ekstraksi. Namun, ukuran partikel yang terlalu kecil dapat menyebabkan kesulitan dalam proses penyaringan.

5. Pengadukan

Pengadukan membantu mempercepat per pindahan massa antara fasa cair.

6. Waktu Ekstraksi

Waktu yang lebih lama memungkinkan zat terlarut lebih banyak berpindah ke pelarut.

1. Solvent Type

Solvent selection is critical to ensure process efficiency and selectivity. A good solvent should have high solubility for the desired components, be inert to the raw materials, non-flammable, stable, and environmentally friendly. Solvent selection based on polarity is essential to ensure selectivity of extraction. Polar solvents are suitable for hydrophilic compounds, while nonpolar solvents are more effective for hydrophobic compounds.

2. Temperature

Higher temperatures can increase the solubility of solutes in solvents, but should still consider the stability of the extracted compounds. High temperatures can also cause degradation of heat-sensitive compounds. Therefore, the extraction temperature should be optimized for each type of sample.

3. Solvent and Ingredient Ratio

A larger ratio between solvent and raw material usually yields more extract. However, it is necessary to determine the optimal ratio between material and solvent to avoid excessive solvent use and improve process efficiency.

4. Particle Size

The smaller the particle size of the material, the larger the contact surface area, so the extraction rate increases. Smaller particle size increases the contact surface area between the material and the solvent, thereby increasing the extraction efficiency. However, too small a particle size can cause difficulties in the filtration process.

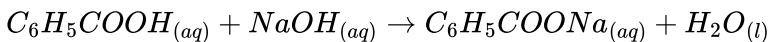
5. Stirring

Stirring helps to accelerate mass transfer between the liquid phases.

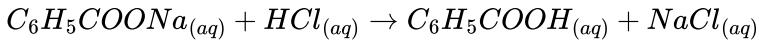
6. Extraction Time

A longer time allows more solute to move into the solvent.

Dalam pemisahan campuran asam benzoat dan naftalena, metode ekstraksi pelarut memanfaatkan perbedaan sifat kimia dan kelarutan kedua senyawa tersebut. Asam benzoat adalah senyawa asam lemah yang dapat bereaksi dengan basa kuat (seperti NaOH) untuk membentuk natrium benzoat, suatu garam yang bersifat larut dalam air. Reaksi ini dapat dituliskan sebagai berikut:



Sebaliknya, naftalena adalah senyawa aromatik non-polar yang lebih larut dalam pelarut organik non-polar seperti eter, dan tidak larut dalam air. Ketika natrium benzoat yang larut dalam air diasamkan dengan asam kuat (seperti HCl), natrium benzoat kembali menjadi asam benzoat yang tidak larut dalam air. Reaksi ini dituliskan sebagai:

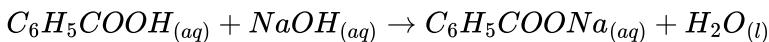


C. Alat dan Bahan

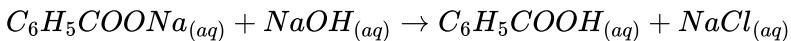
Alat :

1. Corong pisah
2. Beaker glass
3. Erlenmeyer
4. Ring stand
5. Corong
6. Kertas saring whatman
7. Gelas ukur
8. Batang pengaduk
9. Pipet tetes
10. Spatula

In the separation of a mixture of benzoic acid and naphthalene, the solvent extraction method utilizes the difference in chemical properties and solubility of the two compounds. Benzoic acid is a weak acid compound that can react with a strong base (such as NaOH) to form sodium benzoate, a salt that is soluble in water. This reaction can be written as follows:



In contrast, naphthalene is a non-polar aromatic compound that is more soluble in non-polar organic solvents such as ether, and insoluble in water. When water-soluble sodium benzoate is acidified with a strong acid (such as HCl), it reverts to water-insoluble benzoic acid. This reaction is written as:



C. Tools and Materials

Tools:

1. Separatory funnel
2. Beaker glass
3. Erlenmeyer
4. Ring stand
5. Funnel
6. Whatman filter paper
7. Measuring cup
8. Stirring rod
9. Drip pipette
10. Spatula

Bahan:

1. Sampel (campuran asam benzoate dan naftalena)
2. Dietileter
3. NaOH
4. HCl
5. NaCl
6. Akuades

D. Cara Kerja

1. Ekstraksi

- Larutkan 200 mg sampel ke dalam 3 mL dietileter, lalu pindahkan ke corong pisah dan tambahkan 1,5 mL larutan NaOH 5%.
- Kocok corong pisah, diamkan sehingga terbentuk dua lapisan. Keluarkan lapisan bawah (larutan yang mengandung asam benzoat) dari corong pisah.
- Tambahkan lagi 1,5 mL larutan NaOH 5% dan ulangi proses ekstraksi
- Keluarkan lapisan bawah dan gabungkan dengan hasil sebelumnya.

2. Isolasi Naftalena

- Untuk menghilangkan sisa air, tambahkan 1 mL larutan NaCl jenuh ke dalam corong pisah yang berisi lapisan dietileter. Corong pisah dikocok, lalu diamkan sehingga terbentuk dua lapisan. Keluarkan lapisan air melalui kran corong pisah.
- Tampung lapisan organik dalam gelas kimia, lalu keringkan (bersihkan sisa air) dengan melewatkannya larutan organik ke dalam kolom pengering.
- Kolom pengering (dapat dibuat dari pipet tetes). Sumbat bagian bawah pipet tetes dengan kapas. Di atas kapas, tempatkan pasir kira-kira setinggi 0,5 cm, diikuti dengan agen pengering (natrium sulfat anhidrat) kira-kira setinggi 5 cm.

Material:

1. Sample (mixture of benzoic acid and naphthalene)
2. Diethylether
3. NaOH
4. HCl
5. NaCl
6. Distilled water

D. How to Work

1. Extraction

- Dissolve 200 mg of sample into 3 mL of diethylether, then transfer to a separatory funnel and add 1.5 mL of 5% NaOH solution.
- Shake the separatory funnel, let stand so that two layers are formed. Remove the bottom layer (solution containing benzoic acid) from the separatory funnel.
- Add another 1.5 mL of 5% NaOH solution and repeat the extraction process.
- Remove the bottom layer and combine it with the previous result.

2. Isolation of naphthalene

- To remove the remaining water, add 1 mL of saturated NaCl solution to the separatory funnel containing the diethylether layer. Shake the separatory funnel, then let it stand so that two layers are formed. Remove the water layer through the separatory funnel faucet.
- Collect the organic layer in a beaker, then dry it (remove the remaining water) by passing the organic solution into a drying column.
- Drying column (can be made from a drop pipette). Plug the bottom of the dropper with a cotton swab. On top of the cotton, place sand approximately 0.5 cm high, followed by the drying agent (anhydrous sodium sulfate,) approximately 5 cm high.

- Teteskan larutan organik yang akan dikeringkan ke dalam kolom dengan pipet tetes, tampung hasilnya dalam Erlenmeyer.
- Setelah semua larutan organik melewati kolom, alirkan 1 mL pelarut (dietileter) melalui kolom untuk melarutkan zat organik yang tersisa.
- Pelarut selanjutnya dievaporasikan dengan melewatkannya gas N₂. Proses ini dapat dibantu dengan pemanasan suhu rendah.

3. Isolasi asam benzoat

- Lapisan air yang mengandung garam basa konjugasi dari asam organik ditampung dalam Erlenmeyer.
- Larutan kemudian dicuci dengan 1 mL dietileter untuk menghilangkan sisa zat-zat organik. Pisahkan lapisan air (lapisan bawah) dan lapisan organik (lapisan atas).
- Tambahkan larutan HCl 6 M tetes demi tetes sampai larutan (lapisan air) bersifat asam kuat (diuji dengan kertas pH).
- Saring larutan dengan kertas saring whatman. Cuci residu dengan 1 mL air es, lalu keringkan di udara terbuka.
- Tentukan persentase hasil dan titik lelehnya.

E. Data Pengamatan

Data Pegamatan dapat dituliskan berdasarkan tabel berikut:

Sampel	Persen Hasil	Titik leleh (°C)
Asam Benzoat		
naftalena		

- Drop the organic solution to be dried into the column with a drop pipette, collect the results in an Erlenmeyer.
 - After all the organic solution has passed through the column, flow 1 mL of solvent (diethylether) through the column to dissolve the remaining organic substances.
 - The solvent is then evaporated by passing gas . This process can be assisted by low temperature heating.
3. Isolation of benzoic acid
- The water layer containing the conjugate base salt of the organic acid was collected in an Erlenmeyer.
 - The solution is then washed with 1 mL of diethylether to remove residual organic substances. Separate the water layer (bottom layer) and the organic layer (top layer).
 - Add 6 M HCl solution drop by drop until the solution (water layer) is strongly acidic (tested with pH paper).
 - Filter the solution with Whatman filter paper. Wash the residue with 1 mL of ice water, then dry in open air.
 - Determine the percentage yield and melting point.

E. Observation Data

Observation data can be written based on the following table:

Sample	Percentage of Results	Melting Point (°C)
Benzoic Acid		
Naphthalene		

F. Analisis Data

1. Persen Hasil

Menghitung persen hasil untuk masing-masing senyawa:

$$\text{Persen Hasil} = \frac{\text{Massa hasil}_{(mg)}}{\text{Massa awal}_{(mg)}} \times 100\%$$

Keterangan:

Massa hasil: Massa senyawa yang berhasil diisolasi (asam benzoat atau naftalena).

Massa awal: Massa awal campuran yang digunakan pada percobaan

2. Titik Leleh

Catat titik leleh hasil pemisahan menggunakan alat penentu titik leleh.

Bandingkan nilai yang diperoleh dengan literatur:

Asam benzoat: 121–123 °C

Naftalena: 80–82 °C

Perbedaan kecil dari nilai literatur dapat menunjukkan adanya ketidakmurnian.

3. Koefisien Distribusi

Koefisien distribusi dihitung untuk memeriksa distribusi senyawa antara pelarut organik dan air:

$$K_D = \frac{C_{\text{organik}}}{C_{\text{air}}}$$

Dengan:

K_D adalah koefisien distribusi,

C_{organik} adalah konsentrasi zat terlarut dalam pelarut organik,

C_{air} adalah konsentrasi zat terlarut dalam air.

F. Data Analysis

1. Percent Result

Calculate the percent yield for each compound:

$$\text{Percent Yield} = \frac{\text{Yield mass}_{(\text{mg})}}{\text{Initial mass}_{(\text{mg})}} \times 100\%$$

Description:

Mass of yield: The mass of the successfully isolated compound (benzoic acid or naphthalene).

Starting mass: The initial mass of the mixture used in the experiment

2. Melting Point

Record the melting point of the separation using a melting point determination device.

Compare the value obtained with the literature:

Benzoic acid: 121-123 °C

Naphthalene: 80-82 °C

Small differences from literature values may indicate the presence of impurities.

3. Distribution coefficients

Distribution coefficients are calculated to check the distribution of compounds between organic solvents and water:

$$K_D = \frac{C_{\text{organic}}}{C_{\text{water}}}$$

Description:

K_D is the distribution coefficient,

C_{organic} is the concentration of solute in organic solvent (mg/mL).

C_{water} is the concentration of solute in water (mg/mL).

4. Efisiensi Pemisahan:

Menghitung efisiensi pemisahan berdasarkan massa senyawa yang berhasil diekstraksi:

$$Effisiensi\ Pemisahan = \frac{Massa\ Terekstraksi}{Massa\ Total\ Senyawa\ dalam\ Campuran} \times 100\%$$

G. Pertanyaan

1. Apa prinsip dasar dari metode ekstraksi pelarut?
2. Jelaskan mengapa naftalena lebih larut dalam dietileter dibandingkan air!
3. Apa yang dimaksud dengan koefisien distribusi dalam ekstraksi pelarut, dan bagaimana hal ini memengaruhi proses ekstraksi?
4. Sebutkan alasan penggunaan gas nitrogen dalam proses evaporasi pelarut!
5. Bagaimana titik leleh dapat digunakan untuk menilai kemurnian hasil ekstraksi?

4. Separation Efficiency:

Calculate the separation efficiency based on the mass of successfully extracted compounds:

$$\text{Separation efficiency} = \frac{\text{Extracted Mass}}{\text{Total Compound Mass In Mixture}} \times 100\%$$

G. Question

1. What is the basic principle of the solvent extraction method?
2. Explain why naphthalene is more soluble in diethylether than water!
3. What is the distribution coefficient in solvent extraction, and how does this affect the extraction process?
4. State the reasons for using nitrogen gas in the solvent evaporation process!
5. How can the melting point be used to assess the purity of an extraction product?

EKSPERIMEN III

DESTILASI

A. Tujuan Percobaan

Mahasiswa dapat memisahkan alkohol yang terkandung dalam fermentasi molase melalui destilasi.

B. Dasar Teori

Destilasi merupakan salah satu teknik pemisahan yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk kimia, farmasi, industri makanan, dan pengolahan minyak bumi. Teknik ini memanfaatkan perbedaan titik didih antara komponen-komponen dalam campuran untuk memisahkannya secara efektif. Dalam penerapannya, destilasi memiliki beberapa variasi, seperti destilasi fraksional, destilasi vakum, dan destilasi azeotropik, yang masing-masing dirancang untuk tujuan tertentu. Sebagai contoh, destilasi fraksional sering digunakan dalam industri minyak bumi untuk memisahkan komponen-komponen kompleks dalam minyak mentah (Arpima et al, 2020), sedangkan destilasi vakum digunakan untuk menangani bahan yang mudah terurai pada suhu tinggi dengan mengurangi tekanan di sekitar sistem. Setiap jenis destilasi ini memiliki prinsip kerja yang serupa, tetapi metode pelaksanaannya disesuaikan dengan kebutuhan spesifik.

Prinsip dasar destilasi adalah memanfaatkan perbedaan titik didih (Wahyudi et al, 2017). Saat campuran dipanaskan, komponen dengan titik didih lebih rendah menguap lebih dahulu, sedangkan komponen dengan titik didih lebih tinggi tetap cair. Uap yang terbentuk kemudian diarahkan ke sistem kondensasi untuk dikembalikan menjadi cairan menggunakan kondensor dengan aliran air dingin. Cairan hasil kondensasi dikumpulkan dalam wadah terpisah, sehingga dapat dipisahkan dari komponen lain yang tidak menguap.

EXPERIMENT III

DESTILLATION

A. Purpose of the Experiment

Students are able to separate alcohol contained in tape through distillation.

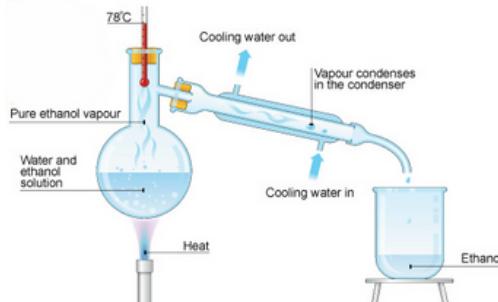
B. Basic Theory

Distillation is a separation technique that is widely used in various fields, including chemistry, pharmacy, food industry, and petroleum processing. This technique utilizes the boiling point difference between the components in a mixture to effectively separate them. In its application, distillation has several variations, such as fractional distillation, vacuum distillation, and azeotropic distillation, each of which is designed for a specific purpose. For example, fractional distillation is often used in the petroleum industry to separate complex components in crude oil (Arpima et al,2020), while vacuum distillation is used to handle materials that break down easily at high temperatures by reducing the pressure around the system. Each of these types of distillation has a similar working principle, but the method of implementation is tailored to specific needs.

The basic principle of distillation is to utilize the difference in boiling points (Wahyudi et al, 2017). When the mixture is heated, the components with lower boiling points vaporize first, while the components with higher boiling points remain liquid. The vapor formed is then directed to a condensation system to be returned to liquid using a condenser with a flow of cold water. The condensed liquid is collected in a separate container, so that it can be separated from other components that do not evaporate.

Salah satu jenis destilasi yang sederhana dan banyak dikenal adalah destilasi sederhana. Pada teknik ini, campuran dipanaskan hingga mencapai titik didih komponen yang diinginkan. Proses pemanasan ini biasanya dilakukan secara langsung di dalam labu distilasi. Ketika komponen tertentu mulai menguap, uap tersebut diarahkan melalui tabung kondensor. Dalam kondensor, uap bertemu dengan permukaan dingin yang menyebabkan kondensasi atau perubahan uap menjadi cair. Cairan yang telah terkondensasi ini kemudian dikumpulkan secara terpisah, menghasilkan komponen yang lebih murni.

Contoh penerapan destilasi sederhana dapat ditemukan pada proses pemisahan alkohol dari hasil fermentasi molase. Molase, sebagai hasil sampingan dari pengolahan tebu atau gula, mengandung gula yang dapat difermentasi oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* menjadi alkohol. Dengan memanaskan cairan fermentasi molase hingga mencapai titik didih alkohol, etanol akan menguap lebih dahulu dibandingkan dengan komponen lainnya. Uap etanol yang terbentuk kemudian didinginkan di dalam kondensor dan dikumpulkan dalam wadah sebagai cairan alkohol murni. Proses ini relatif mudah dilakukan dan sering menjadi metode awal dalam pengajaran konsep destilasi.



Gambar 5. Proses destilasi alkohol

Sumber: Hmnhub.in

One of the simplest and most widely known types of distillation is simple distillation. In this technique, the mixture is heated until it reaches the boiling point of the desired component. This heating process is usually carried out directly in the distillation flask. When a particular component begins to evaporate, the vapor is directed through a condenser tube. In the condenser, the vapor meets a cold surface which causes condensation or the change of vapor to liquid. The condensed liquid is then collected separately, producing purer components.

An example of the application of simple distillation can be found in the process of separating alcohol from molasses fermentation. Molasses, as a by-product of sugar cane or sugar processing, contains sugar that can be fermented by *Saccharomyces cerevisiae* yeast into alcohol. By heating the molasses fermentation liquid to the boiling point of alcohol, ethanol will evaporate first compared to other components. The ethanol vapor formed is then cooled in a condenser and collected in a container as pure alcohol liquid. This process is relatively easy to do and is often the initial method in teaching the concept of distillation.

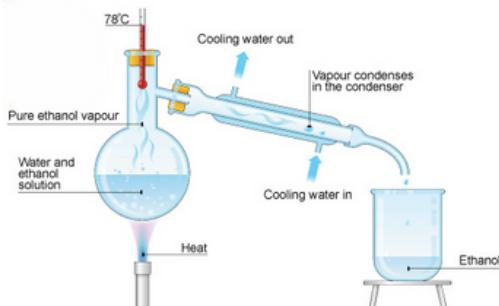


Figure 5. Alcohol distillation process

Source: Hmnhub.in

Meskipun destilasi sederhana efektif untuk campuran dengan perbedaan titik didih yang signifikan, teknik ini memiliki keterbatasan. Jika perbedaan titik didih antara komponen dalam campuran kecil, maka destilasi fraksional menjadi lebih sesuai untuk digunakan. Dalam destilasi fraksional, ditambahkan kolom fraksionasi yang memungkinkan pemisahan lebih efisien dengan prinsip penguapan dan kondensasi berulang di sepanjang kolom. Teknik ini menjadi andalan dalam aplikasi industri yang memerlukan pemisahan komponen kompleks dengan tingkat kemurnian tinggi. Dengan demikian, pemahaman mendalam mengenai jenis-jenis destilasi dan aplikasinya sangat penting untuk memilih metode yang paling sesuai berdasarkan kebutuhan.

Pada fermentasi molase, etanol dihasilkan dari proses fermentasi gula yang terkandung dalam molase oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* (Elfa et al, 2021). Ketika cairan hasil fermentasi molase dipanaskan dalam proses destilasi sederhana, etanol menguap lebih dahulu karena titik didihnya lebih rendah dibandingkan air dan komponen lain. Uap etanol ini diarahkan ke kondensor, di mana uap tersebut didinginkan dan diubah kembali menjadi cairan. Cairan etanol yang terkondensasi ini kemudian dikumpulkan dalam wadah penampung, sehingga dapat dipisahkan dari sisa larutan fermentasi molase.



Gambar 6.Fermentasi Molase

Sumber: unair.ac.id

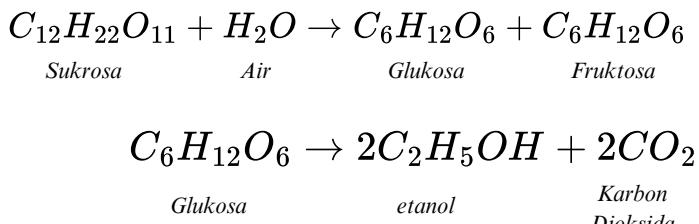
Although simple distillation is effective for mixtures with significant differences in boiling points, it has limitations. If the boiling point differences between the components in a mixture are small, fractional distillation becomes more appropriate. In fractional distillation, a fractionating column is added that allows for more efficient separation by the principle of repeated evaporation and condensation along the column. This technique is a mainstay in industrial applications that require the separation of complex components with a high degree of purity. Thus, a thorough understanding of the types of distillation and their applications is essential to choosing the most appropriate method based on your needs.

In molasses fermentation, ethanol is produced from the fermentation process of sugar contained in molasses by *Saccharomyces cerevisiae* yeast (Elfa et al, 2021). When the molasses fermentation liquid is heated in a simple distillation process, ethanol evaporates first because its boiling point is lower than water and other components. This ethanol vapor is directed to the condenser, where it is cooled and converted back into liquid. This condensed ethanol liquid is then collected in a container, so that it can be separated from the remaining molasses fermentation solution.



Figure 6. Molasses Fermentation
Source: unair.ac.id

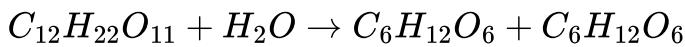
Fermentasi molase dimulai dengan proses pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana yang dapat difерментasi oleh mikroorganisme. Molase mengandung kadar sukrosa yang tinggi, yang dihidrolisis oleh enzim invertase menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa dan fruktosa ini kemudian dimanfaatkan oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai sumber energi dalam proses fermentasi. Reaksi ini sangat penting untuk mengubah molase menjadi produk akhir berupa etanol melalui jalur metabolisme glikolisis dan fermentasi alkohol sebagai berikut:



Dalam reaksi ini, satu molekul glukosa ($C_6H_{12}O_6$) diubah menjadi dua molekul etanol (C_2H_5OH) dan dua molekul karbon dioksida (CO_2). Reaksi ini berlangsung dalam kondisi anaerobik, yaitu tanpa kehadiran oksigen, yang memastikan efisiensi produksi etanol dalam sistem fermentasi tertutup. Ragi menggunakan jalur metabolisme glikolisis untuk memperoleh energi, dengan etanol sebagai produk sampingan utama dan karbon dioksida sebagai gas yang dilepaskan ke udara.

Etanol (C_2H_5OH) larut dalam air, memiliki titik didih 78–79 °C, dan dapat dipisahkan lewat distilasi. Dengan panas pembakaran 328 kkal, etanol berpotensi sebagai bahan bakar industri dan energi terbarukan, serta diproduksi dari molase, jagung, tebu, dan singkong.

Molasses fermentation begins with the process of breaking down complex sugars into simple sugars that can be fermented by microorganisms. Molasses contains high levels of sucrose, which is hydrolyzed by the invertase enzyme into glucose and fructose. This glucose and fructose are then utilized by the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as an energy source in the fermentation process. This reaction is very important for converting molasses into the final product of ethanol through the glycolysis and alcohol fermentation metabolic pathways as follows:



Sucrose

Air

Glucose

Fructose



Glucose

ethanol

*Carbon
Dioxide*

In this reaction, one molecule of glucose ($C_6H_{12}O_6$) is converted into two molecules of ethanol (C_2H_5OH) and two molecules of carbon dioxide (CO_2). This reaction takes place under anaerobic conditions, that is, without the presence of oxygen, which ensures efficient ethanol production in a closed fermentation system. Yeast uses the glycolysis metabolic pathway to obtain energy, with ethanol as the main by-product and carbon dioxide as a gas released into the air.

Ethanol (C_2H_5OH) is soluble in water, has a boiling point of 78–79 °C, and can be separated by distillation. With a heat of combustion of 328 kcal, ethanol has the potential as an industrial fuel and renewable energy, and is produced from molasses, corn, sugar cane, and cassava.

Bahan-bahan untuk fermentasi etanol dikelompokkan menjadi tiga golongan utama: gula sederhana seperti molase dan sari buah, pati seperti biji-bijian dan kentang, serta selulosa dari limbah pertanian atau kayu. Molase termasuk dalam golongan pertama, di mana gula yang terkandung di dalamnya difерментasi oleh ragi menjadi etanol.

Destilasi sederhana merupakan metode efisien untuk memisahkan etanol dari hasil fermentasi molase karena perbedaan titik didih antara etanol (78°C) dan air (100°C) cukup besar. Proses ini dimulai dengan memanaskan cairan fermentasi hingga etanol menguap terlebih dahulu. Uap etanol kemudian diarahkan melalui kondensor, yang mendinginkan dan mengubahnya kembali menjadi cairan melalui proses kondensasi. Cairan etanol yang terkumpul di wadah penampung merupakan hasil akhir destilasi. Meski sederhana, metode ini cukup efektif untuk menghasilkan etanol murni dalam skala kecil dari fermentasi molase.

Kondensor merupakan komponen kunci dalam sistem destilasi sederhana karena memastikan uap etanol yang terbentuk dapat terkondensasi sepenuhnya menjadi cairan. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan aliran air dingin yang mengelilingi pipa tempat uap bergerak, mencegah kehilangan uap etanol ke udara. Sistem destilasi yang optimal juga memerlukan pemanas dengan kontrol suhu presisi, sehingga hanya etanol yang menguap tanpa menyebabkan air ikut mendidih. Dengan alat yang tepat dan pengaturan suhu yang optimal, efisiensi pemisahan etanol dari hasil fermentasi molase dapat ditingkatkan.

The materials for ethanol fermentation are grouped into three main groups: simple sugars such as molasses and fruit juices, starches such as grains and potatoes, and cellulose from agricultural waste or wood. Molasses is included in the first group, where the sugars contained in it are fermented by yeast into ethanol.

Simple distillation is an efficient method to separate ethanol from molasses fermentation because the difference in boiling point between ethanol (78°C) and water (100°C) is quite large. This process begins by heating the fermentation liquid until the ethanol evaporates first. The ethanol vapor is then directed through a condenser, which cools it and changes it back into a liquid through the condensation process. The ethanol liquid collected in the container is the final result of distillation. Although simple, this method is quite effective for producing pure ethanol on a small scale from molasses fermentation.

The condenser is a key component in a simple distillation system because it ensures that the ethanol vapor formed can be completely condensed into a liquid. This tool works by utilizing a flow of cold water that surrounds the pipe where the vapor moves, preventing the loss of ethanol vapor to the air. An optimal distillation system also requires a heater with precise temperature control, so that only ethanol evaporates without causing the water to boil. With the right equipment and optimal temperature settings, the efficiency of separating ethanol from molasses fermentation can be increased.

Meskipun destilasi sederhana cukup efektif untuk memisahkan etanol dari hasil fermentasi molase, metode ini kurang optimal jika campuran memiliki titik didih yang berdekatan. Dalam kasus seperti itu, destilasi fraksinasi lebih sesuai karena menggunakan kolom fraksinasi untuk meningkatkan efisiensi pemisahan. Namun, untuk fermentasi molase, destilasi sederhana tetap menjadi solusi praktis karena perbedaan titik didih etanol dan air cukup besar. Selain itu, skala kecil dari proses ini tidak memerlukan peralatan kompleks, sehingga cocok digunakan dalam penelitian laboratorium atau produksi rumahan. Efisiensi pemisahan juga dapat ditingkatkan dengan menjaga kebersihan alat, kontrol suhu yang tepat, dan penggunaan molase berkualitas.

C. Alat dan Bahan

Alat :

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. Thermometer | 11. Baskom |
| 2. Krus (cawan porselin) | 12. Sendok |
| 3. Pipet tetes | 13. Gas Chromatography |
| 4. Rangkaian alat destilasi | |
| 5. Timbangan analitik | |
| 6. Hotplate | |
| 7. Gelas ukur | |
| 8. Beaker Glass | |
| 9. Erlenmeyer | |
| 10. Batang pengaduk | |

Bahan:

1. Molase
2. Ragi *Saccharomyces cerevisiae*
3. pH Buffer
4. Batu didih
5. Filter kain atau kertas saring

Although simple distillation is quite effective in separating ethanol from molasses fermentation products, this method is less than optimal if the mixture has a close boiling point. In such cases, fractional distillation is more suitable because it uses a fractionating column to increase the separation efficiency. However, for molasses fermentation, simple distillation remains a practical solution because the difference in boiling points of ethanol and water is quite large. In addition, the small scale of this process does not require complex equipment, making it suitable for use in laboratory research or home production. Separation efficiency can also be improved by maintaining cleanliness of the equipment, proper temperature control, and using quality molasses.

C. Tools and Materials

Tool :

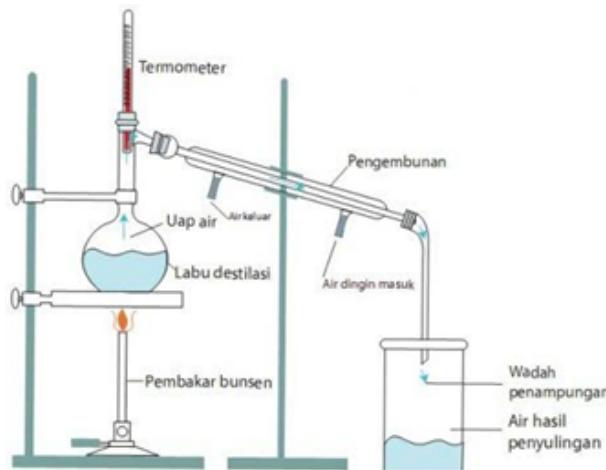
- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1. Thermometer | 11. Basin |
| 2. Mug (porcelain cup) | 12. Spoon |
| 3. Drop pipette | 13. Gas Chromatography |
| 4. Distillation apparatus series | |
| 5. Analytical balance | |
| 6. Hotplate | |
| 7. Measuring cup | |
| 8. Beaker Glass | |
| 9. Erlenmeyer | |
| 10. Stirring rod | |

Material:

1. Molasses
2. Ragi *Saccharomyces cerevisiae*
3. pH Buffer
4. Boiling stone
5. Cloth filter or filter paper

D. Cara Kerja

1. Campurkan molase dan air dalam wadah fermentasi steril, tambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, aduk merata, dan atur pH sekitar 4,5-5,5.
2. Inkubasi campuran selama 72, 96, dan 120 jam pada suhu 30-35°C dalam kondisi anaerob.
3. Setelah fermentasi selesai, saring larutan untuk memisahkan cairan fermentasi (filtrat) dari ampas ragi.
4. Masukkan filtrat ke dalam labu distilasi, panaskan pada suhu 80-85°C, dan kondensasi uap untuk memperoleh destilat.
5. Destilat dianalisis dengan Gas Chromatography (GC) untuk menentukan kadar etanol dan mengidentifikasi pengotor.
6. Hitung kemurnian etanol berdasarkan luas puncak GC dan bandingkan dengan standar untuk menilai kualitas destilasi.



Gambar 7. Rangkaian alat destilasi

D. How it works

1. Mix molasses and water in a sterile fermentation container, add *Saccharomyces cerevisiae* yeast, stir well, and adjust the pH to around 4.5-5.5.
2. Incubate the mixture for 72, 96, and 120 hours at 30-35°C under anaerobic conditions.
3. Once fermentation is complete, strain the solution to separate the fermentation liquid (filtrate) from the yeast dregs.
4. Place the filtrate in a distillation flask, heat to 80-85°C, and condense the steam to obtain the distillate.
5. The distillate was analyzed by Gas Chromatography (GC) to determine ethanol content and identify impurities.
6. Calculate the purity of ethanol based on the GC peak area and compare it with the standard to assess the quality of the distillation.

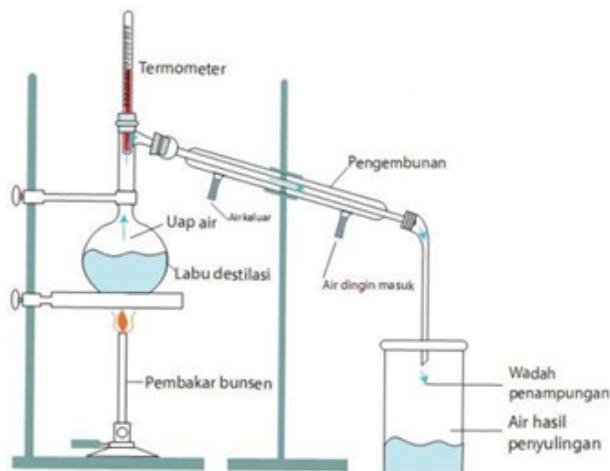


Figure 7. Distillation apparatus circuit

E. Data Pengamatan

Data Pengamatan dapat dituliskan berdasarkan tabel berikut:

No	Lama Fermentasi (Jam)	pH Awal	pH Akhir	Jumlah Etanol (mL)
1.	72 jam	5.0		
2	96 jam	5.0		
3	120 jam	5.0		

F. Analisis Data

Data Hasil Analisis GC dapat dituliskan berdasarkan tabel berikut:

No	Vairasi Waktu	Wajtu Ritensi (min)	Luas Puncak	Kemurnian Etanol (%)
1	72			
2	96			
3	120			

Perhitungan kemurnian etanol dapat dihitung menggunakan perbandingan luas puncak etanol terhadap total luas puncak semua senyawa dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kemurnian Etanol (\%)} = \left(\frac{\text{Luas Puncak Etanol}}{\text{Total Luas Puncak}} \right) \times 100$$

E. Observation Data

Observation data can be written based on the following table:

No	Fermentation Time (Hours)	Initial pH	Final pH	Ethanol Amount (mL)
1.	72 hours	5.0		
2	96 hours	5.0		
3	120 hours	5.0		

F. Data Analysis

GC Analysis Results Data can be written based on the following table:

No	Time Variation	Wait Time (min)	Peak Area	Ethanol Purity (%)
1	72			
2	96			
3	120			

The calculation of ethanol purity can be calculated using the comparison of the ethanol peak area to the total peak area of all compounds with the following formula:

$$\text{Purity of ethanol (\%)} = \left(\frac{\text{the peak area of ethanol}}{\text{Peak area}} \right) \times 100$$

Sedangkan untuk menghitung kadar etanol dalam sampel dihitung berdasarkan standar kalibrasi GC dengan persama regresi linier :

$$C_{\text{etanol}} = \left(\frac{A_{\text{sampel}}}{A_{\text{standar}}} \right) \times C_{\text{standar}}$$

dimana :

C etanol adalah Kosentrasi etanol dalam sampel.

A sampel adalah Luas puncak etanol dalam sampel.

A standar adalah Luas puncak etanol dalam standar GC

C standar adalah Kosentrasi standar etanol yang digunakan

G. Pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan destilasi sederhana, dan bagaimana prinsip kerja destilasi dalam pemisahan etanol pada fermentasi molase?
2. Apa yang dimaksud dengan titik didih dan bagaimana hal ini berhubungan dengan pemisahan etanol dalam destilasi?
3. Mengapa suhu destilasi harus dijaga pada nilai tertentu untuk memperoleh hasil yang optimal?
4. Apa tujuan dari penggunaan standar internal seperti n-butanol dalam analisis dengan GC (Gas Chromatography)?
5. Mengapa penting untuk menjaga suhu peralatan dan larutan pada suhu yang telah ditentukan ($20 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$)?

Meanwhile, to calculate the ethanol content in the sample, it is calculated based on the GC calibration standard with the linear regression equation:

$$C_{\text{ethanol}} = \left(\frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{standard}}} \right) \times C_{\text{standard}}$$

Where :

C ethanol is the concentration of ethanol in the sample.

A sample is the peak area of ethanol in the sample.

A standard is the peak area of ethanol in the GC standard.

C standard is the standard concentration of ethanol used.

G. Questions

1. What is meant by simple distillation, and how does distillation work in separating ethanol from molasses fermentation?
2. What is boiling point and how does this relate to the separation of ethanol in distillation?
3. Why should the distillation temperature be maintained at a certain value to obtain optimal results?
4. What is the purpose of using internal standards such as n-butanol in analysis by GC (Gas Chromatography)?
5. Why is it important to maintain the temperature of equipment and solutions at a specified temperature ($20 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$)?

DAFTAR PUSTAKA

- Arpima, Z. E., Nurjanah, S., Widyasanti, A., Nurhadi, B., Rialita, T., & Lembong, E. (2020). Kajian Tekanan pada Isolasi Beberapa Senyawa Minyak Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) dengan Metode Distilasi Fraksinasi. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 14(2), 139-147. DOI: 10.21107/agrointek.v14i2.6318.
- Asfiyah, S., & Supiadi, Y. (2020). Modifikasi Deanstark Upaya Efisiensi Proses Distilasi Uap Minyak Biji Pala dalam Praktikum Kimia Organik. Indonesian Journal of Laboratory, 2(2), 10-15. DOI: 10.2655.1624.
- Bitwell, C., Indra, S. Sen, Luke, C., & Kakoma, M. K. (2023). A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. Scientific African, 19, e01585. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01585>
- Emilda, E., & Delfira, N. (2023). Pemanfaatan Silika Gel 70-230 Mesh Bekas Sebagai Pengganti Fase Diam Kromatografi Kolom pada Praktikum Kimia Organik. Indonesian Journal of Laboratory, 6(1), 45-51. DOI: 10.2655.4887
- Elfa, N., & Rasyidah. (2021). Pengujian Efektivitas Alat Destilasi Fraksinasi dalam Produksi Alkohol dari Air Tape Lokal sebagai Bahan Dasar Pembuatan Hand Sanitizer. Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains, 12(1), 91-105.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1994). Organic Chemistry. Brooks/Cole Publishing Company.

REFERENCES

- Arpima, Z. E., Nurjanah, S., Widyasanti, A., Nurhadi, B., Rialita, T., & Lembong, E. (2020). Pressure Study on the Isolation of Several Patchouli Oil Compounds (*Pogostemon cablin* Benth) by Fractionated Distillation Method. *Agrointek: Journal of Agricultural Industry Technology*, 14(2), 139-147. DOI: 10.21107/agrointek.v14i2.6318.
- Asfiyah, S., & Supiadi, Y. (2020). Modification of Deanstark Efforts to Efficiency the Distillation Process of Nutmeg Seed Oil Vapor in Organic Chemistry Practicum. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(2), 10-15. DOI: 10.2655.1624.
- Bitwell, C., Indra, S. Sen, Luke, C., & Kakoma, M. K. (2023). A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. *Scientific African*, 19, e01585. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01585>
- Emilda, E., & Delfira, N. (2023). Utilization of Used Silica Gel 70-230 Mesh as a Substitute for Column Chromatography Stationary Phase in Organic Chemistry Practicum. *Indonesian Journal of Laboratory*, 6(1), 45-51. DOI: 10.2655.4887
- Elfa, N., & Rasyidah. (2021). Testing the Effectiveness of Fractionation Distillation Equipment in Alcohol Production from Local Tape Water as a Basic Material for Making Hand Sanitizer. *Quantum: Journal of Science Education Innovation*, 12(1), 91-105.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1994). *Organic Chemistry*. Brooks/Cole Publishing Company.

DAFTAR PUSTAKA

- Kautsari, S. N., Purwakusumah, E. D., & Nurcholis, W. (2020). Profil Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa Linn*) Segar dan Simplisia dengan Variasi Metode Ekstraksi. *Media Farmasi*, 16(1), 65-69. DOI: [10.32382/mf.v16i1.1403](https://doi.org/10.32382/mf.v16i1.1403)
- Morrison, R. T., & Boyd, R. N. (1992). *Organic Chemistry*. Prentice Hall.
- Patel, K., Panchal, N., & Ingle, P. (2019). Review of Extraction Techniques Extraction Methods: Microwave, Ultrasonic, Pressurized Fluid, Soxhlet Extraction, Etc. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 6(3), 6–21. <https://doi.org/10.20431/2349-0403.0603002>
- Wahyudi, N. T., Ilham, F. F., Kurniawan, I., & Sanjaya, A. S. (2017). Rancangan Alat Distilasi untuk Menghasilkan Kondensat dengan Metode Distilasi Satu Tingkat. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 30-33.

REFERENCES

- Kautsari, S. N., Purwakusumah, E. D., & Nurcholis, W. (2020). Thin Layer Chromatography Profile of Fresh and Simplified Turmeric (*Curcuma longa Linn*) Extracts with Various Extraction Methods. *Pharmaceutical Media*, 16(1), 65-69. DOI: 10.32382/mf.v16i1.1403
- Morrison, R. T., & Boyd, R. N. (1992). *Organic Chemistry*. Prentice Hall.
- Patel, K., Panchal, N., & Ingle, P. (2019). Review of Extraction Techniques Extraction Methods: Microwave, Ultrasonic, Pressurized Fluid, Soxhlet Extraction, Etc. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 6(3), 6-21. <https://doi.org/10.20431/2349-0403.0603002>
- Wahyudi, N. T., Ilham, F. F., Kurniawan, I., & Sanjaya, A. S. (2017). Design of Distillation Equipment to Produce Condensate with One-Level Distillation Method. *Chemurgy Journal*, 1(2), 30-33.