PREPARASI DAN KARAKTERISASI FISIKA-KIMIA *NATURAL DEEP EUTECTIC SOLVENT* (NADES) BERBASIS SORBITOL-KOLIN KLORIDA

YANTI SUHARTONO PUTRI
H1031211097

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PREPARASI DAN KARAKTERISASI FISIKA-KIMIA *NATURAL DEEP EUTECTIC SOLVENT* (NADES) BERBASIS SORBITOL-KOLIN KLORIDA

YANTI SUHARTONO PUTRI
H1031211097

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Preparasi dan Karakterisasi Fisika-Kimia *Natural Deep Eutectic Solvent* (NaDES) Berbasis Sorbitol-Kolin Klorida
Nama Mahasiswa	: Yanti Suhartono Putri
NIM	: H1031211097
Jurusan/Program Studi	: Kimia/S-1 Kimia
Tanggal Lulus	: 30 Juli 2025
SK Pembimbing	: No. 3132/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 09 Oktober 2024
SK Penguji	: No. 2515/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 29 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si.	Risya Sasri, S.Si., M.Sc.
NIP. 198402272008122004	NIP. 199003102023212041

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si.	Dr. Lia Destiarti, S.Si., M.Si.
NIP. 197107072000121001	NIP. 198312022008122002

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si.	Risya Sasri, S.Si., M.Sc.
NIP. 198402272008122004	NIP. 199003102023212041

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusfrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Yanti Suhartono Putri
NIM	: H1031211097
Program Studi/ Jurusan	: S-1 Kimia/Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Agustus 2025



Yanti Suhartono Putri
H1031211097

PREPARASI DAN KARAKTERISASI FISIKA-KIMIA *NATURAL DEEP EUTECTIC SOLVENT* (NADES) BERBASIS SORBITOL-KOLIN KLORIDA

Abstrak

Natural deep eutectic solvent (NaDES) merupakan pelarut yang dibuat dengan mencampurkan dua atau lebih senyawa bahan alami, dimana masing-masing berperan sebagai donor ikatan hidrogen (*hydrogen bond donor*/HBD) dan penerima donor ikatan hidrogen (*hydrogen bond acceptor*/HBA). NaDES yang dibuat pada penelitian ini menggunakan sorbitol sebagai HBD dan kolin klorida sebagai HBA. NaDES yang dihasilkan termasuk DES tipe III. NaDES dapat diaplikasikan diberbagai bidang, sehingga informasi sifat fisikokimia NaDES diperlukan untuk membuat pelarut yang dapat disesuaikan dengan pemanfaatan selanjutnya. Karakteristik fisika-kimia NaDES yang dihasilkan seperti konduktivitas, massa jenis, pH, polaritas, titik beku, analisis termal menggunakan *differential scanning calorimetry* (DSC), dan analisis gugus fungsi menggunakan spektrofotometer *fourier transform infra red* (FTIR) telah diinvestigasi. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa komposisi sorbitol dan kolin klorida yang tepat untuk membentuk NaDES adalah pada fraksi mol sorbitol 0,4 (NaDES 1) dan 0,5 (NaDES 2). NaDES yang dihasilkan berbentuk cairan homogen yang jernih dan kental. NaDES 1 memiliki karakteristik: bersifat asam dengan pH 4,62, konduktivitas 4,79 mS/cm, massa jenis 1,24 gram/mL, viskositas sebesar 1500 cP, energi transisi molar 57,18 kkal/mol, titik beku ≤ -10°C, dan Td 215,52 °C. NaDES 2 memiliki karakteristik: bersifat asam dengan pH 4,46, konduktivitas 6,55 mS/cm, massa jenis 1,27 gram/mL, viskositas sebesar 2300 cP, energi transisi molar 58,23 kkal/mol, titik beku ≤ -10°C, dan Td 207,39 °C.

Kata kunci: NaDES, karakteristik fisika-kimia, kolin klorida, sorbitol

PREPARATION AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF SORBITOL-CHOLINE CLORIDE BASED NATURAL DEEP EUTECTIC SOLVENT (NADES)

Abstract

Natural Deep Eutectic Solvent (NaDES) is a solvent made by mixing two or more natural compounds, where each plays a role as a hydrogen bond donor (HBD) and a hydrogen bond acceptor (HBA). NaDES made in this research used sorbitol as HBD and choline chloride as HBA, resulting in a type III DES. NaDES can be applied in various fields, understanding its physicochemical properties is necessary for tailoring the solvent to specific future uses. The physicochemical characteristics of the resulting NaDES, such as conductivity, density, pH, polarity, freezing point, thermal analysis using differential scanning calorimetry (DSC), and functional group analysis using spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR) have been investigated. The results show that the optimal composition of sorbitol and choline chloride for forming NaDES is at a sorbitol mole fractions of 0.4 (NaDES 1) and 0.5 (NaDES 2). The resulting NaDES is a clear and viscous homogeneous liquid. NaDES 1 has the following characteristics: pH 4.62 (acid), conductivity 4.79 mS/cm, density 1.24 g/mL, viscosity 1500 cP, molar transition energy 57.18 kcal/mol, freezing point ≤ -10°C, and Td 215.52 °C. NaDES 2 has the following characteristics: pH 4.46 (acid), conductivity 6.55 mS/cm, density 1.27 g/mL, viscosity 2300 cP, molar transition energy 58.23 kcal/mol, freezing point ≤ -10°C), and Td 207.39 °C.

Keywords: NADES, physicochemical characterization, choline chloride, sorbitol

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT Tuhan seluruh alam, atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Preparasi dan Karakterisasi Fisika-Kimia *Natural Deep Eutectic Solvent* (NaDES) Berbasis Sorbitol-Kolin Klorida. Penulisan skripsi ini berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis di Laboratorium Lingkungan Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Pontianak dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Tanjungpura. Skripsi ini merupakan syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, mertua, suami (Deky Susanto), serta anak (Cawis Estu dan Haidar) yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis selama mengerjakan skripsi.
2. Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si (pembimbing pertama) dan Risya Sasri, S.Si., M.Sc (pembimbing kedua) yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan mendampingi penulis selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
3. H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si. (penguji pertama) dan Dr. Lia Destiarti, M.Si. (penguji kedua) yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penulisan skripsi.
4. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
5. Seluruh dosen jurusan kimia FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
6. Tim manajemen dan teman-teman (mba Widya, Devi, Isti, Rohmat, dan Brian) di BSPJI Pontianak atas bantuan dan semangat yang diberikan kepada penulis selama melakukan perkuliahan dan penelitian.

7. Staf Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura (Yoga dan Titiek) serta adik-adik mahasiswa (Dion, Nadia, Afril, Jelita, dan Buja) yang memberikan bantuan selama penelitian dan penulisan skripsi.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis selama perkuliahan dan penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, sehingga saran dan kritik diperlukan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Pontianak, Juli 2025

penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 *Natural Deep Eutectic Solvent* (NaDES) 4
2.2 Sorbitol Sebagai *Hydrogen Bond Donor* (HBD) 5
2.3 Kolin Klorida Sebagai *Hydrogen Bond Acceptor* (HBA) 7
2.4 Karakteristik Fisika-Kimia NaDES 7
2.4.1 Konduktivitas 7
2.4.2 Massa Jenis 8
2.4.3 pH 9
2.4.4 Polaritas 9
2.4.5 Titik Beku 11
2.4.6 Viskositas 11
2.5 Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) 12
2.6 *Differential Scanning Colourimetry* (DSC) 14
2.7 Spektrofotometer Uv-Vis 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 16
3.2 Alat dan Bahan 16
3.3 Prosedur Kerja 16
3.3.1 Preparasi NaDES 16
3.3.2 Karakterisasi NaDES 17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 20
4.1 Preparasi NaDES 20
4.2 Karakterisasi NaDES 21
4.2.1 Konduktivitas 21
4.2.2 Massa Jenis 22
4.2.3 Derajat Keasaman (pH) 23
4.2.4 Polaritas 24
4.2.5 Stabilitas Termal 27
4.2.6 Titik Beku dan Titik Leleh 28
4.2.7 Viskositas 30
4.2.8 Analisis Gugus Fungsi Berdasarkan Spektrofotometer FTIR 31
BAB V SIMPULAN 34
5.1 Kesimpulan 34
5.2 Saran 34
DAFTAR PUSTAKA 35
LAMPIRAN 42

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Rumus umum tipe pembentukkan DES 4
Tabel 2.2 Spesifikasi sorbitol 6
Tabel 2.3 Spesifikasi kolin klorida 7
Tabel 2.4 Spesifikasi *nile red* 10
Tabel 2.5 Bilangan gelombang dan jenis ikatan 13
Tabel 4.1 Data panjang gelombang maksimum NaDES 26
Tabel 4.2 Data panjang gelombang maksimum pelarut 26
Tabel 4.3 Data pengukuran titik leleh campuran sorbitol dan kolin klorida 29
Tabel 4.4 Hasil pengukuran karakteristik NaDES 33

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Struktur sorbitol 6
Gambar 2.2 Struktur kolin klorida 7
Gambar 2.3 Struktur *nile red* 10
Gambar 2.4 Skema alat spektrofotometer FTIR 13
Gambar 4.1 Campuran sorbitol dan kolin klorida 20
Gambar 4.2 Campuran NaDES dengan larutan *nile red* 5mM 25
Gambar 4.3 Spektrum Uv Vis NaDES 26
Gambar 4.4 Termogram NaDES 1 28
Gambar 4.5 Termogram NaDES 2 28
Gambar 4.6 Diagram fasa campuran eutektik 29
Gambar 4.7 Spektrum FTIR NaDES, kolin klorida, dan sorbitol 32
Gambar 4.8 Reaksi pembentukkan NaDES 33

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1: Perhitungan 41
Lampiran 2: Dokumentasi Penelitian 46
Lampiran 3: Spektrum Pengukuran Spektrofotometer 52

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsep kimia hijau sudah diterapkan dibeberapa negara sebagai upaya mengurangi permasalahan lingkungan hidup. Penggunaan pelarut yang ramah lingkungan telah menjadi perhatian banyak orang sebagai bagian dari kimia hijau (Gomez *et al.*, 2018). Tujuan dari konsep kimia hijau yaitu meminimalkan produksi limbah, efisiensi pemakaian sumber bahan baku, dan menggunakan bahan kimia yang tidak berbahaya yang diterapkan dalam bidang industri, pendidikan, maupun penelitian (Azzajjad *et al*., 2024). Salah satu contoh bahan kimia berbahaya yang sering dipakai di laboratorium adalah pelarut-pelarut berbasis petroleum.

Pelarut berbasis petroleum yang bersifat mudah terbakar, beracun, dan sulit terurai seperti metanol, aseton, kloroform, heksana dan petroleum eter banyak digunakan oleh industri untuk produksi obat-obatan, ekstraksi pewarna, pemurnian senyawa, dan masih banyak aplikasi lainnya (Rodriguez *et al.*, 2021). Pelarut tersebut umumnya digunakan dalam jumlah besar sehingga limbah yang dihasilkan juga banyak dan butuh biaya besar untuk pengolahan serta pembuangan limbahnya (Oomen *et al*., 2020). Sifat pelarut tersebut dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia, khususnya pekerja yang sehari hari menggunakannya (Benvenutti *et al*., 2019).

Pelarut berbasis petroleum dapat digantikan dengan pelarut alternatif seperti *natural deep eutectic solvent* (NaDES) yang memiliki sifat lebih mudah terurai, tidak mudah menguap, tidak mudah terbakar, serta terbuat dari bahan alami sebagai komposisi penyusunnya. Sifat beracunnya sangat rendah bahkan dapat diabaikan (Mitar *et al*., 2019; Kovacs *et al*., 2020). Hal tersebut yang menjadikan NaDES dianggap sebagai pelarut yang ramah lingkungan (Fernandez *et al.*, 2018; Mitar *et al.*, 2019). Ketersediaan senyawa komponen penyusun NaDES juga mudah didapat dan murah, serta proses pembuatannya mudah dan sederhana (Mitar *et al*., 2019; Kovacs *et al*., 2020).

Beberapa penelitian tentang penggunaan NaDES telah dilakukan, NaDES dapat dijadikan sebagai pelarut ramah lingkungan yang diaplikasikan diberbagai bidang (Craveiro *et al.*, 2016). Stabilitas NaDES terhadap suhu dan tekanan pada saat proses pengaplikasian merupakan syarat penting dalam penggunaannya sebagai pelarut ekstraksi. Sebagian besar pelarut eutektik yang telah dikarakterisasi dalam literatur ilmiah bersifat hidrofilik. Namun, penelitian terbaru mengungkapkan bahwa pelarut eutektik yang bersifat hidrofobik juga dapat dibuat, sehingga memperluas kemungkinan aplikasinya di berbagai bidang (Pereira and de la Calle, 2019). Informasi sifat fisikokimia NaDES diperlukan untuk membuat pelarut yang dapat disesuaikan dengan aplikasi yang akan digunakan.

Berdasarkan penelusuran literatur yang dilakukan, kolin klorida banyak digunakan sebagai penerima ikatan hidrogen (HBA). Kolin klorida dan sorbitol merupakan senyawa yang banyak digunakan sebagai komponen *hydrogen bond acceptor* (HBA) dan *hydrogen bond donor* (HBD) dalam pembuatan NaDES untuk mengekstraksi senyawa metabolit sekunder. NaDES dari komponen kolin klorida dan sorbitol dapat digunakan sebagai pelarut untuk mengekstraksi kandungan polifenol total dari umbi *E. bulbosa* (Rijai *et al*., 2023). Karakteristik campuran yang terdiri dari komponen sorbitol dan kolin klorida dibutuhkan untuk mengetahui sifat campuran dan eutektiknya. Karakeristik fisikokimia pelarut eutektik dapat dimodifikasi untuk penggunaan spesifik dengan memperhitungkan jenis dan perbandingan molar komponen penyusunnya, kandungan air, dan faktor lainnya (Pereira and de la Calle, 2019).

Komposisi antara HBA dan HBD yang tepat membentuk NaDES akan ditentukan dalam penelitian ini berdasarkan variasi fraksi mol. Komposisi HBD dan HBA tersebut merupakan aspek penting yang secara langsung akan mempengaruhi sifat fisika kimia dari NaDES yang dihasilkan (Benvenutti *et al*., 2019). Karakteristik fisikokimia seperti konduktivitas, massa jenis, pH, polaritas, dan titik beku akan diteliti. Analisis termal dilakukan menggunakan *differential scanning calorimetry* (DSC) untuk mengetahui stabilitas termal, titik leleh, dan suhu transisi fasa. Selain itu juga akan dilakukan analisis menggunakan

spektrofotometer *fourier transform infra red* (FTIR) untuk menentukan gugus fungsi dan interaksi yang terjadi antara HBD dan HBA.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Bagaimana fraksi mol antara sorbitol dan kolin klorida yang tepat sehingga dapat terbentuk NaDES?
2. Bagaimana karakteristik fisika dan kimia NaDES yang dihasilkan?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Membuat komposisi sorbitol dan kolin klorida dengan fraksi mol yang tepat agar terbentuk NaDES.
2. Mengkarakterisasi NaDES yang dihasilkan secara fisika dan kimia.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah untuk:

1. Memberikan informasi mengenai pembuatan dan karakteristik *natural deep eutectic solvent* (NaDES) menggunakan sorbitol sebagai HBD dan kolin klorida sebagai HBA.
2. Memberikan informasi tentang alternatif pelarut ramah lingkungan NaDES.