



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IDENTIFIKASI BERBAGAI JENIS SUSU SAPI MENGGUNAKAN KOMBINASI ANALISIS SIDIK JARI VOLTAMMETRI DAN KEMOMETRIK

NADHIRA NURUL IZZA



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Identifikasi Berbagai Jenis Susu Sapi Menggunakan Kombinasi Analisis Sidik Jari Voltammetri dan Kemometrik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Nadhira Nurul Izza
G4401211007

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



NADHIRA NURUL IZZA. Identifikasi Berbagai Jenis Susu Sapi Menggunakan Kombinasi Analisis Sidik Jari Voltammetri Dan Kemometrik. Dibimbing oleh WULAN TRI WAHYUNI dan MOHAMAD RAFI.

Susu pasteurisasi, *ultra high temperature* (UHT), evaporasi, bubuk, dan skim merupakan ragam produk olahan susu sapi segar yang mengalami perubahan komposisi kimia dan nutrisi akibat perbedaan proses, sehingga diperlukan metode analisis cepat untuk identifikasinya. Penelitian ini mengembangkan metode identifikasi enam jenis susu berdasarkan kombinasi sidik jari voltammetri dengan analisis kemometrik. Sidik jari voltammetri diperoleh dengan teknik voltammetri siklik menggunakan elektrode karbon kaca (GCE) termodifikasi *multiwalled carbon nanotube* (MWCNT) yang difungsionalkan dengan pelarut asam kuat, sementara analisis kemometrik yang digunakan adalah analisis komponen utama (PCA). Voltammogram enam sampel susu menunjukkan keberadaan dua puncak oksidasi pada potensial 0,20 V sampai 1 V vs Ag/AgCl dengan pola mirip, tetapi intensitasnya berbeda. Analisis PCA dengan *pre-processing autoscaling* berhasil memisahkan sebagian besar sampel dengan total PC 92%, kecuali susu segar dan susu UHT yang masih tumpang tindih. Hasil ini mengindikasikan potensi penerapan metode yang dikembangkan ini untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi berbagai jenis susu berdasarkan pengolahannya sehingga dapat digunakan dalam pengawasan mutu dan autentikasi produk di industri pangan.

Kata kunci: kemometrik, MWCNT, sidik jari, susu sapi, voltammetri

ABSTRACT

NADHIRA NURUL IZZA. Identification of Different Types of Cow's Milk Using a Combination of Voltammetric and Chemometric Fingerprint Analysis. Supervised by WULAN TRI WAHYUNI and MOHAMAD RAFI.

Pasteurized, UHT, evaporated, powdered, and skim milk are processed forms of fresh cow's milk. Processing differences can alter their chemical and nutritional composition, making rapid identification methods necessary. This study developed a method to identify six milk types using voltammetric fingerprinting combined with principal component analysis (PCA). Voltammetric fingerprints were obtained using cyclic voltammetry technique with a glassy carbon electrode (GCE) modified with multiwalled carbon nanotube (MWCNT) functionalized with strong acid solvents. The voltammograms showed two oxidation peaks between 0.20–1.00 V vs Ag/AgCl with similar patterns but varying intensities. PCA with autoscalling preprocessing successfully separated most samples with 92% total variance, except fresh and UHT milk, which overlapped. These results demonstrate the method's potential for milk classification based on processing, aiding quality control and product authentication.

Keywords: chemometrics, cow's milk, fingerprint, MWCNT, voltammetry



@Hak cipta milik IPB University

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

**© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan titik merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IDENTIFIKASI BERBAGAI JENIS SUSU SAPI MENGGUNAKAN KOMBINASI ANALISIS SIDIK JARI VOLTAMMETRI DAN KEMOMETRIK

NADHIRA NURUL IZZA

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

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang menggumpal atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Identifikasi Berbagai Jenis Susu Sapi Menggunakan Kombinasi Analisis Sidik Jari Voltammetri dan Kemometrik

Nama : Nadhira Nurul Izza
NIM : G4401211007

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Wulan Tri Wahyuni, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Mohamad Rafi, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia
Prof. Dr. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr
NIP. 196707301991032001



Tanggal Ujian: 15 Juli 2025

Tanggal Lulus:



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga usulan penelitian ini berhasil diselesaikan. Tema yang diusulkan dalam penelitian ini dilaksanakan sejak Januari 2025 hingga Mei 2025 dengan judul “Identifikasi Berbagai Jenis Susu Sapi Menggunakan Kombinasi Analisis Sidik Jari Voltammetri dan Kemometrik”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing, Dr. Wulan Tri Wahyuni, S.Si., M.Si. dan Prof. Dr. Mohamad Rafi, S.Si., M.Si., atas bimbingan, saran, serta dukungan yang sangat berarti selama penyusunan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan adik penulis, mama, papa dan Aki yang sudah mendukung dan memberikan semangat saat penulis menyelesaikan tugas akhir. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada teman-teman penulis, Aisyah Dizka Putri, Hajar Annisa Septiarani, Tesya Marsella, Kirana Ruby, Ina Marina. Disamping itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kak Ulfiatun Nisa, kak Afra, dan kak Leni yang sudah membantu dan memberikan dukungan selama penulis menyelesaikan tugas akhir.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat kepada pihak yang membutuhkan dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Nadhira Nurul Izza



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**DAFTAR TABEL**
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Kerja	4
2.2.1 Preparasi sampel	5
2.2.2 Modifikasi GCE dengan MWCNT Terfungsionalisasi	5
2.2.3 Analisis Voltammetri	5
2.2.4 Analisis Statistik	5
III PEMBAHASAN	6
3.1 Elektrode termodifikasi MWCNT fungsionalisasi	6
3.2 Sidik jari voltammetri susu sapi	8
3.3 Identifikasi dan diskriminasi susu sapi	13
IV SIMPULAN DAN SARAN	17
3.1 Simpulan	17
3.2 Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	21

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.