

KORELASI SIDIK JARI TEH PUTIH (*Camelia sinensis*) DAN TINGKAT ANTIOKSIDANNYA MENGGUNAKAN FTIR DAN ANALISIS DATA MULTIVARIAT

MUHAMMAD SHALAHUDDIN YUSUF



**PROGRAM STUDI ILMU PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik 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 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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Korelasi Sidik Jari Teh Putih (*Camelia sinensis*) dan Tingkat Antioksidannya Menggunakan FTIR dan Analisis Data Multivariat” 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 tesis ini.

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

Bogor, 23 Juni 2025

Muhammad Shalahuddin Yusuf
F2501211023

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 milik 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 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.

RINGKASAN

MUHAMMAD SHALAHUDDIN YUSUF. Korelasi Sidik Jari Teh Putih (*Camelia sinensis*) dan Tingkat Antioksidannya Menggunakan FTIR dan Analisis Data Multivariat. Dibimbing oleh NANCY DEWI YULIANA dan DASE HUNAEFI.

Teh putih dibuat dari daun teh muda yang dikeringkan tanpa mengalami fermentasi enzimatis. Proses fermentasi, yang melibatkan oksidasi katekin, dapat mengurangi kandungan antioksidan dalam teh. Teh putih yang tidak mengalami fermentasi dinilai memiliki nilai antioksidan yang lebih tinggi dan memiliki profil sensorik yang unik. Aktivitas antioksidan teh putih dipengaruhi daerah tumbuh tanaman teh dan proses pengolahannya di pabrik. Umumnya pabrik pengolahan teh putih mengolah daun teh yang berasal dari perkebunan disekitar pabrik. Analisis profil sidik jari dapat dilakukan untuk mengamati perbedaan kandungan fitokimia dari sampel teh putih dari berbagai produsen. Sampel teh putih dari 5 produsen yang berbeda, yaitu sampel 775, 548, 449 dari Jawa Barat, sampel 307 dari Jawa Tengah, dan sampel 009 dari Jawa Timur. Sampel-sampel tersebut dianalisis profil warna infus menggunakan kromameter, profil sidik jari dengan FTIR, dan analisis aktivitas antioksidan masing-masing. Analisis warna menunjukkan bahwa sampel 775, 548, dan 009 memiliki warna yang relatif sama berdasarkan ΔE yang dihitung < 3.3 . Analisis antioksidan menunjukkan bahwa sampel 307 memiliki IC_{50} terbaik pada konsentrasi 25,29 mg/L diikuti oleh sampel 548, 009, 449, dan 775. Hasil analisis sidik jari menunjukkan bahwa semua sampel memiliki serapan pada bilangan gelombang 1242 (ester), 1600—1400 (ikatan rangkap cincin), dan fenol pada 3518 cm^{-1} yang mewakili turunan katekin dan 2360 (amina) serta 1400—1200 cm^{-1} (karbonil) yang mewakili asam amino. Data analisis sidik jari dianalisis menggunakan PCA multivariat untuk mengamati distribusi setiap sampel, yang kemudian dikelompokkan untuk analisis lebih lanjut dengan OPLS-DA. Berdasarkan hasil PCA, sampel dibagi menjadi 2 kelompok: sampel 548, 307, dan 009 dalam kelas 1, dan 449 serta 775 dalam kelas 2. Kelas 1 memiliki penciri bilangan gelombang yang mewakili kelompok amina dan ester aromatik. Kelas 2 memiliki penciri bilangan gelombang yang mewakili kelompok hidrogen dalam struktur aromatik dan kelompok fenol. Data analisis sidik jari kemudian dikorelasikan dengan data analisis antioksidan menggunakan teknik multivariat OPLS. Hasil menunjukkan bahwa bilangan gelombang 1666 dan 2360 cm^{-1} yang merujuk pada ester karbonil dan amina memiliki korelasi positif yang kuat dengan aktivitas antioksidan. Intensitas puncak gugus fungsional tersebut memiliki intensitas tertinggi ditemukan pada sampel 307 yang memiliki aktivitas antioksidan terbaik.

Kata kunci: DPPH, profil sidik jari, FTIR, teh, analisis data multivariat



@Hak cipta milik 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 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.

SUMMARY

White tea is made from young tea leaves that are dried without undergoing enzymatic fermentation. The fermentation process, which involves the oxidation of catechins, reduces the antioxidant content in tea. White tea that does not undergo fermentation is thought to have better antioxidant activity and unique sensory profile. Antioxidant activity of white tea can be varied depend on its growing region and processing method. White tea producers usually obtain raw tea leaves from the tea farm near their factory. Fingerprint profile analysis can be conducted to observe the differences in phytochemical content of white tea samples from various producers. White tea samples from 5 different producers, samples 775, 548, 449 from West Java, sample 307 from Central Java, and sample 009 from East Java. The samples were analyzed for infused color using a chromameter, fingerprint analysis with FTIR, and antioxidant activity analysis respectively. Color analysis showed that samples 775, 548, and 009 had relatively the same color visually based on calculated $\Delta E < 3.3$. Antioxidant analysis showed that sample 307 had the best IC₅₀ at a concentration of 25.29 mg/L followed by samples 548, 009, 449, and 775. Fingerprint analysis results showed that all samples had absorption at wave numbers 1242 (ester), 1600—1400 (ring double bond), and phenol at 3518 cm⁻¹ representing catechin derivatives and 2360 (amine) and 1400—1200 cm⁻¹ (carbonyl) representing amino acids. Fingerprint analysis data were analyzed using multivariate PCA to observe the distribution of each sample, which was then grouped for further analysis with OPLS-DA. The samples were divided into 2 groups: samples 548, 307, and 009 in class 1, and 775 and 449 in class 2. Class 1 had wave number markers that represented amine and aromatic ester groups. Class 2 had wave number markers that represent hydrogen groups in aromatic structures and phenol groups. The FTIR fingerprint data were then correlated with antioxidant data using OPLS multivariate technique. The results showed that the following wave numbers, 1666 and 2360 cm⁻¹ that refer to ester carbonyl and amine had a strong positive correlation with antioxidant activity. The highest intensity of the peak of these functional groups was found in sample 307, which was the sample with the highest antioxidant activity.

Keywords: DPPH, Fingerprint profiling, FTIR, tea, multivariate data analysis



@Hak cipta milik 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 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 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 milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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 apa pun tanpa izin IPB



@Hak cipta milik 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 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.

KORELASI SIDIK JARI TEH PUTIH (*Camelia sinensis*) DAN TINGKAT ANTIOKSIDANNYA MENGGUNAKAN FTIR DAN ANALISIS DATA MULTIVARIAT

MUHAMMAD SHALAHUDDIN YUSUF

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Pangan

**PROGRAM STUDI ILMU PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik 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 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 milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1 Dr. Ir. Endang Prangdimurti M.Si



@Hak cipta milik 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 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.

Judul Tesis : Korelasi Sidik Jari Teh Putih (*Camelia sinensis*) dan Tingkat Antioksidannya Menggunakan FTIR dan Analisis Data Multivariat
Nama : Muhammad Shalahuddin Yusuf
NIM : F2501211023

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Nancy Dewi Yuliana, STP, M.Sc.
NIP. 19700127 200501 2 001



Pembimbing 2:
Dr.-Ing. Dase Hunaefi, STP, MfoodST.
NIP. 19791208 200501 1 003



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Harsi D. Kusumaningrum
NIP. 19640502 199303 2 004

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M. Agr.
NIP. 19610502 198603 1 002

Tanggal ujian: 23 Juni 2025

Tanggal lulus: Agustus 2025



@Hak cipta milik 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 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 panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Januari 2025 ini ialah profil sidik jari teh putih, dengan judul “Korelasi Sidik Jari Teh Putih (*Camelia sinensis*) dan Tingkat Antioksidannya Menggunakan FTIR dan Analisis Data Multivariat”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Nancy Dewi Yuliana, STP, M.Sc. dan Dr.-Ing. Dase Hunaefi, STP, MfoodST. yang telah membimbing dan banyak memberikan saran, arahan dan dorongan untuk menyelesaikan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Ir. Endang Prangdimurti M.Si sebagai dosen penguji luar komisi dan Ibu Prof. Dr. Ir. Harsi D. Kusumaningrum sebagai Ketua Program Studi yang telah memberikan saran perbaikan pada naskah tesis ini. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada seluruh dosen pengajar beserta staf Program Studi Ilmu Pangan yang telah membantu selama pelaksanaan studi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang. Tak lupa terima kasih penulis sampaikan kepada teman-teman mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Pangan atas diskusi dan tambahan wawasan selama menjalankan studi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 23 Juli 2025

Muhammad Shalahuddin Yusuf



@Hak cipta milik 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 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 ISI

DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teh Putih	5
2.2 Warna pada Seduhan Teh	6
2.3 Aktivitas Antioksidan	7
2.4 Analisis Sidik Jari FTIR	9
2.6 Analisis Data Multivariat	10
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Bahan	13
3.3 Preparasi Seduhan Sampel Teh	13
3.4 Analisis Warna dengan Kromameter	13
3.5 Analisis Aktivitas Antioksidan	14
3.6 Analisis Sidik Jari dengan FTIR	14
3.7 Analisis Data Multivariat	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Ciri Umum Teh Putih	17
4.2 Hasil Analisis Warna dengan Kromameter	18
4.3 Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan	20
4.4 Hasil Analisis Sidik Jari dengan FTIR	22
4.5 Hasil Analisis Data Multivariat	25
V KESIMPULAN DAN SARAN	33



5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	43
RIWAYAT HIDUP	51

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

Tabel 1 Pembagian kelas teh putih berdasarkan jumlah dan posisi daun yang dipetik (Pan <i>et al.</i> 2018)	5
Tabel 2 Penelitian terkait antioksidan teh putih	8
Tabel 3 Daftar sampel dengan asal berbeda yang digunakan dalam penelitian	13
Tabel 4 Tampilan fisik berbagai produk teh komersil dan warna air seduhannya	18
Tabel 5 Hasil analisis warna dengan kromameter	19
Tabel 6 Senyawa yang terkandung dalam seduhan teh, gugus fungsi dan bilangan gelombangnya.	24
Tabel 7 Bilangan gelombang dan gugus fungsi yang menunjukkan perbedaan kelas 1 dan 2 OPLS-DA data FTIR sampel teh putih	27
Tabel 8 Bilangan gelombang yang berkorelasi positif dengan aktivitas antioksidan sampel teh putih dengan perkiraan gugus fungsinya.	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bagan alir proses produksi berbagai jenis teh (Kumar <i>et al.</i> 2018)	5
Gambar 2 Reaksi oksidasi enzimatis EGCG menjadi teaflavin: 1) EGCG, 2) EGCG quinon, 3) Epikatekin, 4) teaflavin, PPO) Polifenol Oksidase.	6
Gambar 3 Ruang warna CIE Lab (Ohno 2000)	7
Gambar 4 Daun teh putih sebelum diseduh dari sampel yang digunakan ditandai dengan inisial produk.	17
Gambar 5 Aktivitas antioksidan (DPPH) ekstrak daun teh putih dari berbagai produsen (60 ppm)	21
Gambar 6 Spektra FTIR sampel teh putih yang terdiri dari sampel 307 (Biru), 548 (Jingga), 009 (Biru muda), 449 (Ungu), dan 775 (Hijau).	23
Gambar 7 A. Score plot PCA data spektra FTIR. B. Score plot OPLS-DA dengan 2 kelas (Kelas 1= 548, 307, dan 009, kelas 2= 775 dan 449).	26
Gambar 8 Spektra FTIR sampel kelas 1 dengan penanda puncak gugus fungsi penciri. Sampel 548 (Merah), 307 (Biru), dan 009 (Hijau)	27
Gambar 9 Senyawa katekin yang mewakili gugus fungsi dengan bilangan gelombang penciri kelas 1.	28
Gambar 10 Spektra FTIR sampel kelas 2 dengan penanda puncak gugus fungsi penciri. Sampel 449 (Biru) dan 775 (Hijau).	28
Gambar 11 Senyawa katekin yang mewakili gugus fungsi dengan bilangan gelombang penciri kelas 2.	28
Gambar 12 Score plot OPLS data FTIR dan aktivitas antioksidan sampel teh putih.	30
Gambar 13 Spektra FTIR dengan penanda puncak gugus fungsi yang berkorelasi dengan aktivitas antioksidan sampel. 307 (Biru), 548 (Merah), 009 (Hijau), 449 (Ungu), dan 775 (Jingga).	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil analisis warna dengan kromameter	435
Lampiran 2 Perhitungan dE analisis warna	46
Lampiran 3 Data hasil analisis aktivitas antioksidan pada 60 mg/L	47
Lampiran 4 Spektra FTIR sampel D sebanyak 6 ulangan	48
Lampiran 5 Spektra FTIR sampel E sebanyak 6 ulangan	48
Lampiran 6 Spektra FTIR sampel G sebanyak 6 ulangan	49
Lampiran 7 Spektra FTIR sampel H sebanyak 6 ulangan	49
Lampiran 8 Spektra FTIR sampel P sebanyak 6 ulangan	50

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.