



KARAKTERISASI FISIKOKIMIA DAN PENGUKURAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA NANOPARTIKEL DAUN SURIAN (*Toona sinensis* A. Juss) HASIL *PLANETARY BALL MILLING*

LAVA FEBRIAN



PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Karakterisasi Fisikokimia dan Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Nanopartikel Daun Surian (*Toona sinensis* A. Juss) Hasil *Planetary Ball Milling*” 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, Juli 2026

Lava Febrian
G8501251028

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

LAVA FEBRIAN. Karakterisasi Fisikokimia dan Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Nanopartikel Daun Surian (*Toona sinensis* A. Juss) Hasil *Planetary Ball Milling*. Dibimbing oleh SYAMSUL FALAH, DIMAS ANDRIANTO dan ETIK MARDLIYATI.

Penyakit tidak menular (PTM) merupakan penyebab utama kematian di dunia dan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Sekitar 74% dari seluruh kematian global disebabkan oleh PTM, seperti penyakit kardiovaskular, diabetes melitus, kanker, dan penyakit neurodegeneratif. Salah satu faktor yang berperan dalam perkembangan berbagai penyakit tersebut adalah stres oksidatif akibat paparan radikal bebas. Pemanfaatan antioksidan alami dari tanaman menjadi salah satu pendekatan yang terus dikembangkan. Daun surian (*Toona sinensis*) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, terutama fenolik dan flavonoid, yang memiliki aktivitas antioksidan. Pemanfaatan senyawa bioaktif daun surian masih terbatas karena ukuran partikelnya yang relatif besar dapat mengurangi kelarutan dan bioavailabilitas. Upaya untuk mengatasinya adalah melalui teknologi nanopartikel menggunakan *planetary ball milling*, yang mampu memperkecil ukuran partikel tanpa mengubah struktur kimia utama bahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengarakterisasi nanopartikel daun *T. sinensis* serta menganalisis kandungan total fenolik, total flavonoid, dan aktivitas antioksidannya.

Penelitian diawali dengan pembuatan nanosimplisia daun surian menggunakan *Planetary Ball Mill* PM 200. Sampel kemudian diekstraksi menggunakan etanol 70% melalui metode maserasi. Karakterisasi fisik dilakukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk menentukan ukuran partikel, *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengamati morfologi partikel, serta *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi. Kandungan total fenolik ditentukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu, sedangkan total flavonoid dianalisis menggunakan metode aluminium klorida. Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan empat metode, yaitu DPPH, ABTS, CuPRAC, dan FRAP. Seluruh data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel memiliki ukuran partikel rata-rata sebesar 481,1 nm, indeks polidispersitas sebesar 0,46 dan potensial zeta sebesar -28,34 mV yang menunjukkan kestabilan yang cukup baik. Analisis FTIR menunjukkan tidak adanya perubahan gugus fungsi utama setelah proses pengecilan ukuran partikel (*nanosizing*). Kandungan total fenolik dan total flavonoid tertinggi diperoleh pada ekstrak simplisia daun surian, masing-masing sebesar 256,22 mg GAE/g dan 31,35 mg QE/g, sedangkan nanopartikel menunjukkan kandungan yang lebih rendah. Hasil pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak simplisia daun surian memiliki aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan nanopartikel, dengan nilai IC_{50} masing-masing sebesar 92,002 ppm (DPPH), 39,90 ppm (ABTS), 3,20 ppm (CuPRAC), dan 26,68 ppm (FRAP). Proses *nanosizing* cenderung menurunkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan akibat degradasi yang terjadi selama proses penggilingan.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, fenolik, flavonoid, nanopartikel, *Toona sinensis*.



SUMMARY

LAVA FEBRIAN. Physicochemical Characterization and Antioxidant Activity Assessment of *Toona sinensis* A. Juss Leaf Nanoparticles Prepared by Planetary Ball Milling. Supervised by SYAMSUL FALAH, DIMAS ANDRIANTO, and ETIK MARDLIYATI.

Non-communicable diseases (NCDs) are the leading cause of death worldwide, with their prevalence continuing to increase each year. Approximately 74% of all global deaths are attributed to NCDs, including cardiovascular diseases, diabetes mellitus, cancer, and neurodegenerative disorders. One of the major factors contributing to the development of these diseases is oxidative stress caused by excessive free radical exposure. Therefore, the utilization of natural antioxidants derived from plants has gained increasing attention. *Toona sinensis* leaves are known to contain various bioactive compounds, particularly phenolics and flavonoids, which exhibit antioxidant properties. However, the utilization of these bioactive compounds remains limited due to their relatively large particle size, which may reduce solubility and bioavailability. Nanoparticle technology using planetary ball milling offers a promising approach to overcome this limitation by reducing particle size while preserving the material's primary chemical structure. Therefore, this study aimed to characterize *T. sinensis* leaf nanoparticles and evaluate their total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity.

The study began with the preparation of *T. sinensis* leaf nanosimplicia using a Planetary Ball Mill PM 200. The samples were subsequently extracted with 70% ethanol using the maceration method. Physical characterization was performed using a Particle Size Analyzer (PSA) to determine particle size, Scanning Electron Microscopy (SEM) to observe particle morphology, and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) to identify functional groups. Total phenolic content was determined using the Folin–Ciocalteu method, while total flavonoid content was analyzed using the aluminum chloride colorimetric method. Antioxidant activity was evaluated using four different assays, namely DPPH, ABTS, CuPRAC, and FRAP. All data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post hoc test at a 95% confidence level.

The results showed that the nanoparticles had an average particle size of 481.1 nm, a polydispersity index of 0.46 and a zeta potential of -28.34 mV, indicating relatively good stability. FTIR analysis revealed no changes in the major functional groups after the particle size reduction (nanosizing) process. The highest total phenolic and total flavonoid contents were observed in the *T. sinensis* leaf simplicia extract, reaching 256.22 mg GAE/g and 31.35 mg QE/g, respectively, whereas the nanoparticles exhibited lower contents. The antioxidant activity assay demonstrated that the *T. sinensis* leaf simplicia extract exhibited higher antioxidant activity than the nanoparticles, with IC_{50} values of 92.00 ppm (DPPH), 39.90 ppm (ABTS), 3.201 ppm (CuPRAC), and 26.68 ppm (FRAP), respectively. The nanosizing process tended to reduce the bioactive compound content and antioxidant activity, which was likely attributed to the degradation of bioactive compounds during the milling process.

Keywords: Antioxidant activity, flavonoids, nanoparticle, phenolics, *T. sinensis*



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 2026¹
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.

**KARAKTERISASI FISIKOKIMIA DAN PENGUKURAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN PADA NANOPARTIKEL DAUN SURIAN
(*Toona sinensis* A. Juss) HASIL *PLANETARY BALL MILLING***

LAVA FEBRIAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Biokimia

**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si**
- 2 Dr. dr. Husnawati, M.Si.**



Judul Tesis : Karakterisasi Fisikokimia dan Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Nanopartikel Daun Surian (*Toona sinensis* A. Juss) Hasil Planetary Ball Milling

Nama : Lava Febrian
NIM : G5801251028

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si

Pembimbing 2:
Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si

Pembimbing 3:
Dr. Etik Mardliyati, M.Eng

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Syamsul Falah, S. Hut., M.Si
NIP. 197005032005011001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP. 197807232007011001

Tanggal Ujian:

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhānahu wa Ta‘ālā atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2025 hingga Februari 2026 dengan judul “Karakterisasi Fisikokimia dan Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Nanopartikel Daun Surian (*Toona sinensis* A. Juss.) Hasil *Planetary Ball Milling*”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Biokimia, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian ini dapat terlaksana dan diselesaikan dengan baik berkat bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi selama proses penelitian hingga penyusunan tesis ini, khususnya kepada:

1. Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si., Dr. Dimas Andrianto S.Si., M.Si., dan Dr. Etik Mardiyati, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah senantiasa membimbing dan memberi banyak saran selama pelaksanaan penelitian ini.
2. Ayah (Bapak Hendra Wahyudi), Mama (Ibu Juli Anggraini), Kakak (Muhammad Farad Azrial Baihaqi), Adik (Kinara Cantika dan Habibah Mafadza), Nenek (Sulasm), Kakek (Ali Nurdin) Mama angkat (Cucu Sumiarsih), Abang angkat (Orlando Refael), Teteh dan aa angkat (Mia dan Meydi) yang selalu memberikan dukungan serta doa yang tiada henti untuk keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan penelitian melalui Program Penelitian Tahun Anggaran 2025 berdasarkan Kontrak Penelitian Nomor 006/C3/DT.05.00/PL/2025, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
4. Pimpinan dan Staf Departemen Biokimia, Nanocenter Indonesia, yang telah membantu dalam penyediaan fasilitas serta memberikan bimbingan teknis selama pelaksanaan penelitian ini.
5. Teman-teman satu bimbingan yaitu Kayla Rizky Amalia Putri dan Kania Salsabila.
6. Teman-teman dekat penulis yaitu, Faishal Ahmad, Ayu Lestari, Putri Safa, Khansa Destiandani, Elvaretta Aura, Annisa Muntahana, Faisal Rahman, Nadya Aisyah, Bintang, Muhammad Rifki Hakiki, Rahma Nabilah, Hafiz, Jasmine Mutiara, Reza Yuliana, Utiya Rahma, Rakanita, Laila Najmi, Maharani Dewi, Shania Nyimas, Zahra Faiza, Zalfa Ridha, Dody Nainggolan, Aurellia Ardiva, Chairisa Dwifani, yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Kebersamaan dan dukungan kalian sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga tesis ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Lava Febrian



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Kebaruan	3
1.7 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pohon Surian	5
2.2 Nanopartikel	6
2.3 Senyawa Fenolik	7
2.4 Senyawa Flavonoid	8
2.5 Antioksidan	10
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Preparasi Simplisia Daun Surian	13
3.3.1 Sintesis Nanosimplisia Daun Surian	13
3.3.3 Karakterisasi Nanosimplisia Daun Surian	14
3.3.4 Ekstraksi Simplisia dan Nanosimplisia Daun Surian	14
3.3.5 Pengukuran Total Fenolik	15
3.3.6 Pengukuran Total Flavonoid	15
3.3.7 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	16
3.3.8 Uji Aktivitas Antioksidan Metode ABTS	16
3.3.9 Uji Aktivitas Antioksidan Metode CuPRAC	17
3.3.10 Uji Aktivitas Antioksidan Metode FRAP	17
3.4 Analisis data	18
IV HASIL	19
4.1 Karakteristik Nanosimplisia Daun Surian	19
4.1.1 Karakteristik Ukuran Partikel	19
4.1.2 Karakteristik Gugus Fungsi	19
4.1.3 Karakteristik Morfologi	20
4.2 Kandungan Total Fenolik Daun Surian	21
4.3 Kandungan Total Flavonoid Daun Surian	22
4.4 Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	23
4.5 Aktivitas Antioksidan Metode ABTS	24
4.6 Aktivitas Antioksidan Metode CuPRAC	24
4.7 Aktivitas Antioksidan Metode FRAP	25

PEMBAHASAN	26
5.1 Distribusi Ukuran Partikel dan Karakteristik Nanosimplisia Daun Surian	26
5.2 Kandungan Total Fenolik Daun Surian	29
5.3 Kandungan Total Flavonoid Daun Surian	30
5.4 Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	31
5.5 Aktivitas Antioksidan Metode ABTS	33
5.6 Aktivitas Antioksidan Metode CuPRAC	34
5.7 Aktivitas Antioksidan Metode FRAP	35
VI SIMPULAN DAN SARAN	37
6.1 Simpulan	37
6.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

1	Ukuran partikel daun surian	19
2	Gugus fungsi daun surian	19

DAFTAR GAMBAR

1.	(a) Daun surian dan (b) pohon surian (<i>Toona sinensis</i>)	5
2.	Metode sintesis nanopartikel	7
3.	Struktur dasar fenolik	7
4.	Klasifikasi senyawa fenolik berdasarkan struktur kimia	8
5.	Reaksi uji Folin-Ciocalteu	8
6.	Struktur dasar flavonoid	9
7.	Struktur kimia dan klasifikasi flavonoid`	10
8.	Reaksi antioksidan menangkalkan radikal bebas	11
9.	Dampak <i>Reactive Oxygen Species</i> (ROS) pada penyakit kronis	11
10.	Mekanisme aktivitas antioksidan	12
11.	FTIR daun surian; (<i>before</i>) sampel simplisia dan (<i>after</i>) sampel nanosimplisia	20
12.	Distribusi ukuran partikel; (a)sebelum disintesis menjadi ukuran nano, (b) setelah disintesis menjadi ukuran nano	21
13.	Morfologi nanosimplisia daun surian; (a) sebelum disintesis menjadi ukuran nano, (b) setelah disintesis menjadi ukuran nano Foto menggunakan mikroskop elektron pemindai dengan perbesaran 10.000	21
14.	Kandungan total fenolik daun surian	22
15.	Kandungan total flavonoid daun surian	23
16.	Nilai IC ₅₀ aktivitas antioksidan metode DPPH	23
17.	Nilai IC ₅₀ aktivitas antioksidan metode ABTS	24
18.	Nilai IC ₅₀ aktivitas antioksidan metode CuPRAC	25
19.	Nilai IC ₅₀ aktivitas antioksidan metode FRAP	25
20.	Mekanisme antioksidan dan radikal bebas DPPH	32
21.	Mekanisme ABTS dengan senyawa antioksidan polifenol	34
22.	Mekanisme reaksi metode antioksidan CuPRAC	35
23.	Mekanisme reaksi metode FRAP melibatkan senyawa fenolik sebagai antioksidan	36

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Ruang Lingkup Penelitian	48
2.	Kurva Standar Asam Galat Kadar Total Fenolik	49
3.	Data Pengukuran Kadar Total Fenolik	50
4.	Standar Kuersetin Kadar Total Flavonoid	51
5.	Data pengukuran Kadar Total Flavonoid	52

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



6.	Standar Trolox Metode DPPH	53
7.	Nilai IC ₅₀ Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	54
8.	Standar Trolox Antioksidan Metode ABTS	56
9.	Nilai IC ₅₀ Aktivitas Antioksidan Metode ABTS	57
10.	Standar Trolox Antioksidan Metode CuPRAC	59
11.	Nilai IC ₅₀ Aktivitas Antioksidan Metode CUPRAC	60
12.	Standar Trolox Antioksidan Metode FRAP	62
13.	Nilai IC ₅₀ Aktivitas Antioksidan Metode FRAP	63
14.	Hasil uji SPSS ANOVA (<i>Analysis of Variance</i>) dan uji lanjut Tukey	65

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.