

Hoạt tính ức chế xanthine oxidase của cao chiết methanol từ 22 loài thực vật thu thập tại Vườn quốc gia Phú Quốc

Nguyễn Đức Hiền^{1,2}, Nguyễn Quốc Trung^{1,2*}, Trương Quốc Hưng³, Trần Hoài Tú^{1,2}, Đặng Hoàng Phú^{1,2}

¹Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 227 Nguyễn Văn Cừ, phường Chợ Quán, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, đường Võ Trường Toản, phường Linh Xuân, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Trường THCS và THPT Võ Văn Kiệt, Lô 7-9 đường Tôn Đức Thắng, phường Rạch Giá, tỉnh An Giang, Việt Nam

Ngày nhận bài 9/4/2025; ngày chuyển phản biện 11/4/2025; ngày nhận phản biện 10/7/2025; ngày chấp nhận đăng 28/8/2025

Tóm tắt:

Bệnh gút là một rối loạn chuyển hóa đặc trưng bởi sự gia tăng nồng độ acid uric trong cơ thể, dẫn đến sự tích tụ của chúng tại các khớp gây ra các cơn viêm, đau. Xanthine oxidase (XO) là một enzyme xúc tác quá trình oxy hóa xanthine để tạo thành acid uric. Vì vậy, việc tìm kiếm và phát triển các chất ức chế XO là một hướng đi tiềm năng trong hỗ trợ điều trị bệnh gút và các rối loạn liên quan đến acid uric. Nghiên cứu này đã sàng lọc khả năng ức chế XO của các cao chiết methanol từ 22 loài thực vật thu thập tại Vườn quốc gia Phú Quốc. Kết quả cho thấy, 22 mẫu cao chiết methanol đều có khả năng ức chế hoạt tính của XO, với 11 mẫu có hiệu quả ức chế rõ rệt, đạt mức ức chế trên 50% ở nồng độ 50 µg/ml. Đặc biệt, cao chiết từ Rối mật (*Garcinia ferrea* Pierre) và Trâm ba vỏ (*Syzygium lineatum* (Bl.) Merr. & Perry) thể hiện hoạt tính ức chế mạnh với giá trị IC₅₀ lần lượt là 24,42 và 27,17 µg/ml. Các kết quả này cho thấy tiềm năng ứng dụng các loài thực vật từ Vườn quốc gia Phú Quốc trong hỗ trợ điều trị bệnh gút và các bệnh lý liên quan đến rối loạn chuyển hóa purine.

Từ khóa: acid uric, bệnh gút, thực vật bản địa, Vườn quốc gia Phú Quốc, xanthine oxidase.

Chỉ số phân loại: 1.4, 1.6, 3.4

Xanthine oxidase inhibitory activity of methanolic extracts from 22 plant species collected in Phu Quoc National Park

Duc Hien Nguyen^{1,2}, Quoc Trung Nguyen^{1,2*}, Quoc Hung Truong³, Hoai Tu Tran^{1,2}, Hoang Phu Dang^{1,2}

¹Faculty of Chemistry, University of Science, Vietnam National University - Ho Chi Minh City, 227 Nguyen Van Cu Street, Cho Quan Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Vietnam National University - Ho Chi Minh City, Vo Trung Toan Street, Linh Xuan Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

³Vo Van Kiet Lower and Upper Secondary School, Lots 7-9, Ton Duc Thang Street, Rach Gia Ward, An Giang Province, Vietnam

Received 9 April 2025; revised 10 July 2025; accepted 28 August 2025

Abstract:

Gout is a metabolic disorder characterised by elevated levels of uric acid in the body, leading to its accumulation in the joints and causing inflammation and pain. Xanthine oxidase (XO) is an enzyme that catalyses the oxidation of xanthine to produce uric acid. Therefore, the investigation and development of effective and natural XO inhibitors are considered a promising approach in the treatment of gout and uric acid-related disorders. This study evaluated the xanthine oxidase inhibitory activity of methanolic extracts from 22 plant species collected from Phu Quoc National Park, Vietnam. The results reveal that all extracts exhibited XO inhibitory activity, with 11 samples showing significant inhibition (>50%) at a concentration of 50 µg/ml. Notably, extracts from *Garcinia ferrea* Pierre and *Syzygium lineatum* (Bl.) Merr. & Perry exhibited strong inhibition, with IC₅₀ values of 24.42 and 27.17 µg/ml, respectively. These findings highlight the potential of native plant species from Phu Quoc National Park as natural sources for the development of XO inhibitors, supporting the treatment of gout and other purine-related metabolic disorders.

Keywords: gout, native plants, Phu Quoc National Park, uric acid, xanthine oxidase.

Classification numbers: 1.4, 1.6, 3.4

*Tác giả liên hệ: Email: quoctrunghmd@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Xanthine oxidase (XO) là một enzyme quan trọng trong quá trình chuyển hóa purine, có nhiệm vụ chuyển đổi hypoxanthine thành xanthine và xanthine thành acid uric [1-3]. Khi nồng độ acid uric trong cơ thể tăng cao sẽ gây ra bệnh gút - một căn bệnh đặc trưng bởi sự tích tụ của tinh thể urate trong các khớp và mô mềm [4]. Mức acid uric cao cũng có thể dẫn đến sự hình thành sỏi thận và các rối loạn khác liên quan đến hệ thống chuyển hóa purine.

Hiện nay, các phương pháp điều trị bệnh gút chủ yếu là dùng thuốc giảm đau, kháng viêm và thuốc hạ acid uric. Tuy nhiên, hầu hết những loại thuốc này thường đi kèm với nhiều tác dụng phụ như viêm loét dạ dày, suy gan, thận hoặc tăng nguy cơ mắc các bệnh tim mạch. Việc sử dụng thuốc lâu dài cũng có thể dẫn đến tình trạng kháng thuốc. Do đó, các liệu pháp điều trị tự nhiên từ thực vật được kỳ vọng có ít tác dụng không mong muốn hơn.

Vườn quốc gia Phú Quốc (nay thuộc tỉnh An Giang) có sự đa dạng sinh học phong phú, là nơi sinh trưởng của nhiều loài thực vật đặc hữu [5]. Các loài thực vật này, với nhiều hoạt chất tiềm năng, có thể là nguồn tài nguyên quý trong việc tìm kiếm các chất ức chế XO hiệu quả. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu hoạt tính ức chế XO của các loài thực vật tại Vườn quốc gia Phú Quốc góp phần vào việc nâng cao giá trị sử dụng của nguồn tài nguyên thiên nhiên và mở ra hướng phát triển sản phẩm có nguồn gốc từ tự nhiên hỗ trợ điều trị các bệnh lý liên quan đến rối loạn chuyển hóa purine như bệnh gút và sỏi thận.

Với mục tiêu phát triển nguồn dược liệu bản địa, nghiên cứu này tập trung sàng lọc hoạt tính ức chế XO của một số loài thực vật tại Vườn quốc gia Phú Quốc. Các mẫu được lựa chọn dựa trên tính mới và tiềm năng dược liệu (giảm đau, chống viêm, hỗ trợ điều trị gút) của chúng. Nghiên cứu này không chỉ đóng góp vào việc phát triển liệu pháp thiên nhiên trong điều trị gút mà còn tạo tiền đề cho việc phát triển các sản phẩm dược từ thiên nhiên, đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe ngày càng cao của cộng đồng.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Cành và lá của các mẫu thực vật trong nghiên cứu này được thu hái từ Vườn quốc gia Phú Quốc vào tháng 6/2024 và được giám định tên khoa học dựa trên hình thái thực vật bởi ThS. Lê Minh Dũng (Vườn quốc gia Phú Quốc, nay thuộc tỉnh An Giang). Tiêu bản của mẫu được lưu giữ tại Bộ môn Hóa Hữu cơ, Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh (bảng 1).

Bảng 1. Tên khoa học, tên địa phương và mã số lưu trữ của các mẫu thực vật.

STT	Tên khoa học	Tên địa phương	Họ	Mã lưu trữ
1	<i>Calophyllum calaba</i> L. var. <i>bracteatum</i> (Wight) P.F. Stevens	Công tía	Calophyllaceae	DOC-2024-006
2	<i>Calophyllum dongnaiense</i> Pierre	Công nước		DOC-2024-007
3	<i>Calophyllum pisperum</i> Planch. & Triana	Công dây		DOC-2024-008
4	<i>Garcinia ferrea</i> Pierre	Rối mặt	Clusiaceae	DOC-2024-009
5	<i>Garcinia gaudichaudii</i> Planch. & Triana	Vàng nghệ		DOC-2024-010
6	<i>Garcinia oliveri</i> Pierre	Bứa núi		DOC-2024-011
7	<i>Ficus lamponga</i> Miq.	Ngái lâm bông	Moraceae	DOC-2024-012
8	<i>Ficus pellucidopunctata</i> Griff.	Sung dóm trong		DOC-2024-013
9	<i>Ficus villosa</i> Blume	Sung lông		DOC-2024-014
10	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth. var. <i>noronhae</i> (Blume) Bloemb.	Sáng sóc nguyên	Theaceae	DOC-2024-015
11	<i>Baeckea frutescens</i> L.	Chối xế	Myrtaceae	DOC-2024-016
12	<i>Melaleuca cajuputi</i> Powell	Tràm nước		DOC-2024-017
13	<i>Rhodamnia dumetorum</i> (Poir.) Merr.	Tiểu sim		DOC-2024-018
14	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i> (Aiton.) Hassk.	Hồng sim	Myrtaceae	DOC-2024-019
15	<i>Syzygium charnos</i> (Gagn.) Merr. & Perry	Tràm trắng		DOC-2024-020
16	<i>Syzygium jambos</i> L. Alston	Lý		DOC-2024-021
17	<i>Syzygium lineatum</i> (Bl.) Merr. & Perry	Tràm ba vỏ	Apocynaceae	DOC-2024-022
18	<i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walp.	Sắn thuyền		DOC-2024-023
19	<i>Tristaniaopsis merguensis</i> (Griff.) Wils. & Waterh.	Tri tần		DOC-2024-024
20	<i>Alstonia macrophylla</i> Wall.	Móp lá to	Apocynaceae	DOC-2024-026
21	<i>Spirolobium cambodianum</i> Baill.	Luân thủy Cam bốt		DOC-2024-027
22	<i>Willughbeia edulis</i> Roxb.	Guồ Nam bộ		DOC-2024-028

Sau khi thu hái, các mẫu thực vật được sấy khô đến khi đạt độ ẩm dưới 10%. Cân chính xác khoảng 10 g mẫu khô (gồm cả cành và lá) cho vào bình cầu 250 ml, chiết nóng hoàn lưu với 100 ml dung môi methanol (MeOH) trong 3 giờ. Lọc lấy dịch trích, tiếp tục thêm dung môi MeOH mới vào chiết hoàn lưu thêm 2 lần nữa. Gộp các dịch trích, xử lý bằng phương pháp cô quay áp suất kém để thu hồi dung môi, cuối cùng thu được cao tổng MeOH với độ ẩm dưới 10%. Cân tổng khối lượng cao (m) và tính toán hiệu suất chiết.

2.2. Hóa chất - thiết bị

Hóa chất sử dụng trong thí nghiệm gồm xanthine (Nacalai tesque, Nhật Bản), xanthine oxidase 25 Units (Sigma Aldrich, Mỹ), allopurinol (Wako, Nhật Bản), dimethyl sulfoxide (DMSO), sodium hydroxide (NaOH), hydrochloric acid (HCl), Na_2HPO_4 (>99%), NaH_2PO_4 (>99%) được mua từ Merck (Đức), ethanol và methanol >99% (Scharlau, Thái Lan). Cuvette thủy tinh 5 ml được cung cấp bởi Hellma (Đức), máy quang phổ UV-1800 của Shimadzu (Nhật Bản).

2.3. Khảo sát khả năng ức chế enzyme xanthine oxidase

Phương pháp xác định hoạt tính ức chế enzyme XO được thực hiện theo quy trình đã được mô tả trong

nghiên cứu của D.V.N. Truong và cs (2024) [6], dựa trên việc đo lượng acid uric hình thành sau khi các mẫu cao chiết tác động lên enzyme XO. Nồng độ acid uric được xác định dựa trên phương pháp đo quang phổ ở bước sóng 293 nm, trong đó allopurinol có nồng độ từ 2; 1; 0,5; 0,25 và 0,125 µg/ml được sử dụng làm chất chuẩn tham chiếu. Trong quá trình thử nghiệm, chất ức chế XO sẽ làm giảm khả năng xúc tác của enzyme này, từ đó giảm sự hình thành acid uric. Chất ức chế XO càng mạnh thì lượng acid uric tạo thành càng ít, độ hấp thu tại bước sóng 293 nm càng thấp.

Quy trình thử hoạt tính ức chế XO được tiến hành như sau: mẫu cao chiết được hòa tan trong hỗn hợp dung dịch đệm phosphate pH 6,8 và DMSO (97:3 v/v). Thêm 100 µl enzyme XO 0,05 U/ml vào 300 µl dung dịch mẫu thử, lắc đều dung dịch và ủ trong 15 phút ở nhiệt độ phòng. Sau khi ủ, thêm vào 900 µl dung dịch nền xanthine 150 µM, lắc đều và tiếp tục ủ trong 30 phút ở nhiệt độ phòng. Sau đó, thêm 200 µl HCl 1 M, lắc đều và đo độ hấp thu quang tại bước sóng 293 nm.

Mỗi mẫu thử được thử nghiệm tại 4 nồng độ khác nhau, mỗi nồng độ được thực hiện 3 lần. Bên cạnh mỗi mẫu thử, một mẫu trắng cũng được chuẩn bị, trong đó enzyme XO được thay thế bằng dung dịch đệm phosphate. Ngoài ra, mỗi mẫu thử sẽ có một mẫu đối chứng được chuẩn bị tương tự như mẫu thử, nhưng thay

thế dung dịch mẫu bằng hệ dung môi phosphate buffer/ DMSO 97:3 (mẫu đối chứng không chứa hợp chất thử nghiệm). Tỷ lệ phần trăm ức chế (I%) của từng nồng độ mẫu thử được tính dựa trên công thức:

$$I\% = \frac{(A_{\text{control}} - A_{\text{blank}}) - (A_{\text{sample}} - A_{\text{blank}})}{A_{\text{control}} - A_{\text{blank}}} \times 100\%$$

trong đó: A_{control} là độ hấp thu quang của dung dịch chứng dung môi; A_{sample} là độ hấp thu quang của dung dịch có mẫu cao chiết; A_{blank} là độ hấp thu quang của mẫu trắng.

Mỗi thí nghiệm được lặp lại ba lần. Với những mẫu có hoạt tính ức chế biến thiên tuyến tính với nồng độ, vẽ một đường thẳng có phương trình $y = ax + b$, trong đó y là phần trăm ức chế XO và x là nồng độ cao chiết thử nghiệm. Với những mẫu có hoạt tính không biến thiên tuyến tính với nồng độ, tính một cách gần đúng, chúng ta vẽ một đường cong $y = \ln(x) + b$ qua tất cả các điểm (với y là phần trăm ức chế XO và x là nồng độ chất ức chế). Dựa trên các điểm dữ liệu, với các hệ số a và b đã được xác định, ta có thể thay giá trị $y=50\%$ vào phương trình và tính được giá trị x là nồng độ của mẫu khảo sát ức chế 50% enzyme XO (IC_{50}). Các số liệu tính toán được phân tích bằng phần mềm Microsoft Excel 2019.

3. Kết quả và bàn luận

Kết quả trong bảng 2 cho thấy khả năng ức chế XO của 22 mẫu thực vật thu thập từ Vườn quốc gia Phú Quốc.

Bảng 2. Khả năng ức chế xanthine oxidase của các cao chiết methanol từ mẫu thực vật thu thập tại Vườn quốc gia Phú Quốc.

STT	Tên mẫu	Phần trăm ức chế (%)				IC_{50} (µg/ml)
		50 (µg/ml)	25 (µg/ml)	12,5 (µg/ml)	6,25 (µg/ml)	
1	<i>Calophyllum calaba</i> L. var. <i>bracteatum</i> (Wight) Stevens	61,00±0,60	33,62±1,62	17,60±1,99	8,89±2,03	40,00
2	<i>Calophyllum dongnaiense</i> Pierre	52,82±1,17	29,49±2,01	15,85±1,54	7,17±0,83	46,21
3	<i>Calophyllum pisperum</i> Planch. & Triana	54,63±0,42	30,09±0,79	16,17±0,36	8,07±0,82	44,78
4	<i>Garcinia ferrea</i> Pierre	95,67±2,64	53,61±2,98	30,96±1,88	16,80±0,99	24,42
5	<i>Garcinia gaudichaudii</i> Planch. & Triana	52,57±1,68	28,23±2,54	14,76±1,47	6,12±1,30	46,83
6	<i>Garcinia oliveri</i> Pierre	47,17±3,75	24,92±3,73	12,56±2,17	5,68±0,55	>50
7	<i>Ficus lamponga</i> Miq.	48,93±0,78	30,37±2,44	13,08±1,73	5,38±0,34	>50
8	<i>Ficus pellucidopunctata</i> Griff.	31,79±0,78	16,94±0,20	10,82±1,96	5,50±0,33	>50
9	<i>Ficus villosa</i> Blume	42,43±2,67	22,78±2,23	11,51±1,49	5,75±1,98	>50
10	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth. var. <i>noronhae</i> (Blume) Bloemb.	45,36±2,85	22,49±2,19	13,99±2,04	4,29±1,29	>50
11	<i>Baekkea frutescens</i> L.	39,25±1,54	22,19±0,98	12,94±1,36	5,27±0,21	>50
12	<i>Melaleuca cajuputi</i> Powell	50,99±3,03	26,99±0,60	12,56±1,35	5,21±1,22	48,54
13	<i>Rhodamnia dumetorum</i> (Poir.) Merr.	33,30±0,49	18,75±1,06	7,76±1,10	3,35±0,90	>50
14	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i> (Aiton.) Hassk.	56,05±1,98	28,06±1,82	16,85±2,78	8,24±1,12	44,35
15	<i>Syzygium chanlos</i> (Gagn.) Merr. & Perry	38,50±1,05	21,67±1,31	9,45±1,15	4,45±0,88	>50
16	<i>Syzygium jambos</i> L. Alston	79,98±1,61	45,19±4,47	22,20±3,53	11,49±1,34	30,14
17	<i>Syzygium lineatum</i> Bl. Merr. & Perry	85,59±2,26	50,15±3,05	28,14±1,95	15,57±1,00	27,17
18	<i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walp.	57,39±0,80	31,53±2,37	18,22±0,71	9,10±0,14	42,46
19	<i>Tristaniaopsis merguensis</i> (Griff.) Wils. & Waterh.	56,23±0,69	28,95±0,44	15,51±3,01	7,92±1,48	44,11
20	<i>Alstonia macrophylla</i> Wall	31,34±1,69	14,28±0,14	9,03±1,87	4,01±1,40	>50
21	<i>Spirolobium cambodianum</i> Baill.	46,66±2,86	25,24±0,57	13,94±0,33	6,27±0,81	>50
22	<i>Willughbeia edulis</i> Roxb.	48,48±2,33	25,41±0,96	12,03±1,25	6,07±0,59	>50
Allopurinol						1,18

Tất cả các loài đều cho thấy khả năng ức chế XO, dao động từ khoảng 31% đến 96% ở nồng độ 50 µg/ml. Nhiều loài thuộc họ Guttiferae và Myrtaceae cho thấy khả năng ức chế XO khá mạnh. Trong đó, một số loài như Trâm ba vỏ (*Syzygium lineatum* (DC.) Merr. & L.M. Perry) ($IC_{50}=27,17$ µg/ml), Lý (*Syzygium jambos* L. Alston) ($IC_{50}=30,14$ µg/ml) và Rối mật (*Garcinia ferrea* Pierre) ($IC_{50}=24,42$ µg/ml) thể hiện khả năng ức chế mạnh với IC_{50} thấp. Khả năng ức chế XO và tiềm năng trong điều trị các bệnh lý cơ xương khớp như gút của các loài trong chi *Syzygium* đã được báo cáo trong các nghiên cứu trước đây [7-9]. Một số hoạt chất thuộc khung flavonoid trong *Syzygium* đã được chứng minh có khả năng liên kết với vị trí hoạt động của enzyme, dẫn đến ức chế XO thông qua cơ chế cạnh tranh với cơ chất, vì vậy làm giảm sản sinh acid uric [8]. Tương tự, các loài cây thuộc chi *Garcinia* cũng được nghiên cứu về khả năng ức chế XO. Trong nghiên cứu của L.L. Zhu và cs (2014) [10], các hợp chất từ cành *Garcinia esculenta* cho thấy khả năng ức chế XO mạnh. Trong đó, 1,3,6,7-tetrahydroxyxanthone và griffipavixanthone là hai hợp chất nổi bật, với 1,3,6,7-tetrahydroxyxanthone thể hiện khả năng ức chế mạnh hơn cả đối chứng allopurinol.

Trong nghiên cứu này, các loài thuộc họ Moraceae và Apocynaceae đều thể hiện hoạt tính ức chế XO yếu, với $IC_{50}>50$ µg/ml. Điều đó cho thấy hoạt chất ức chế XO mạnh ít hiện diện ở những họ thực vật này, hoặc hàm lượng không đủ cao trong cao chiết thô.

4. Kết luận

Việc khảo sát hoạt tính ức chế XO của 22 loài thực vật thu thập tại Vườn quốc gia Phú Quốc đã đem lại những kết quả đáng chú ý về hoạt tính sinh học của các loài này. Tất cả các loài đều thể hiện khả năng ức chế XO ở mức độ nhất định (31-96% ở nồng độ 50 µg/ml), trong đó có đến 11 loài thể hiện khả năng ức chế rõ rệt với phần trăm ức chế trên 50% ở nồng độ 50 µg/ml, đặc biệt đối với 2 loài là Trâm ba vỏ và Rối mật thể hiện khả năng ức chế mạnh với IC_{50} lần lượt là 27,17 và 24,42 µg/ml. Điều này

cho thấy tiềm năng có thể được ứng dụng để hỗ trợ điều trị bệnh gút và các bệnh liên quan đến chuyển hoá acid uric của các loài thực vật tại Vườn quốc gia Phú Quốc, tỉnh An Giang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P. Cos, L. Ying, M. Calomme, et al. (1998), "Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers", *Journal of Natural Products*, **61**(1), pp.71-76, DOI: 10.1021/NP970237H.
- [2] A. Mittal, A. R. J. Phillips, B. Loveday, et al. (2008), "The potential role for xanthine oxidase inhibition in major intra-abdominal surgery", *World Journal of Surgery*, **32**(2), pp.288-295. DOI: 10.1007/S00268-007-9336-4.
- [3] F. Candan (2003), "Effect of *Rhus coriaria* L. (Anacardiaceae) on superoxide radical scavenging and xanthine oxidase activity", *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, **18**(1), pp.59-62, DOI: 10.1080/1475636031000069273.
- [4] A. Burke, E. Smyth, G.A. Fitzgerald (2006), "Analgesic-antipyretic agents, pharmacotherapy of gout", *Goodman and Gilman's Pharmacological Basis of Therapeutics*, 11th, McGraw-Hill, New York, USA, pp.671-715.
- [5] C. Giang, T. Lien, L. San, et al. (2020), "Diversity of medicinal plant resources in Phu Quoc National Park, Kien Giang province", *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology*, **7**, pp.179-187.
- [6] D.V.N. Truong, L.H. Tho, N.X. Hai, et al. (2024), "Study on the xanthine oxidase inhibitory activity of some medicinal plants in Vietnam", *Science and Technology Development Journal*, **8**(1), pp.2820-2827, DOI: 10.32508/stdjns.v8i1.1201.
- [7] M. Insanu, Z.M. Ramadhania, E.N. Halim, et al. (2018), "Isolation of 5,7-dihydroxy,6,8-dimethyl flavanone from *Syzygium aqueum* with its antioxidant and xanthine oxidase inhibitor activities", *Pharmacognosy Research*, **10**(1), pp.60-63, DOI: 10.4103/pr.pr_59_17.
- [8] R.N.R. Sianipar, K. Sutriah, D. Iswantini, et al. (2022), "Inhibitory capacity of xanthine oxidase in antigout therapy by Indonesian medicinal plants", *Pharmacognosy Journal*, **14**(2), pp.470-479, DOI: 10.5530/pj.2022.14.60.
- [9] J. Pandey, N. Jaishwal, M. Jayswal, et al. (2025), "Evaluation of antioxidant, xanthine oxidase-inhibitory, and antibacterial activity of *Syzygium cumini* Linn. seed extracts", *Plants*, **14**(3), DOI: 10.3390/plants14030316.
- [10] L.L. Zhu, W.W. Fu, S. Watanabe, et al. (2014), "Xanthine oxidase inhibitors from *Garcinia esculenta* twigs", *Planta Med.*, **80**(18), pp.1721-1726, DOI: 10.1055/s-0034-1383193.