

Efek Iradiasi Gamma Terhadap Aktivitas Inhibisi Xantin Oksidase Secara *In Vitro* pada Sediaan Jamu Anthiperurisemia Daun Sendok, Seledri dan Cabe (SESEJA).

Nuraini Nuraini ^{a, 1}, Fahrul Arya Fahrezi ^{b, 2*}, Arini Aprilliani ^{c, 3}

^a Departemen Farmakologi dan Farmasi Klinis, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah A.R Fachruddin, Tangerang, Indonesia

^b Program Studi Strata 1 Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah A.R Fachruddin, Tangerang, Indonesia

^c Pusat Pengembangan SDM POM, BPOM RI, Jakarta, Indonesia

¹nuraini.apt@unimar.ac.id ; ²fahrularyafahrezi18@gmail.com * ; ³arini.aprilliani23@gmail.com

*fahrularyafahrezi18@gmail.com

Kata kunci:

Cabe jawa;
Daun Seledri;
Daun Sendok
Iradiasi Gamma
Xantin Oksidase

ABSTRAK

Tumbuhan seperti daun sendok, seledri, dan cabe jawa dikenal mampu menurunkan kadar asam urat, menghambat xantin oksidase, dan memiliki efek analgesik. Proses iradiasi pangan digunakan untuk mengawetkan dan meningkatkan keamanan bahan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas inhibisi xantin oksidase sebelum dan sesudah iradiasi gamma 10 kGy pada jamu, dengan pengujian penyinaran iradiasi pengion kategori I (*Gamma Chamber & Gamma Cell*) dosis 10 kGy dan *Elabscience® Xanthine Oxidase (XOD) Activity Assay Kit*, dalam berbagai konsentrasi (4 µg/mL; 8 µg/mL; 16 µg/mL; 31 µg/mL; 63 µg/mL) dengan allopurinol sebagai pembanding. Hasil menunjukkan allopurinol memiliki aktivitas penghambatan yang sangat kuat terhadap enzim xantin oksidase, dengan nilai IC₅₀ sebesar (1,445 µg/mL). Jamu SESEJA sebelum dan sesudah iradiasi gamma 10 kGy berpotensi sebagai inhibitor xantin oksidase pada konsentrasi (4 µg/mL; 8 µg/mL; 16 µg/mL; 31 µg/mL; 63 µg/mL). Iradiasi 0 kGy menunjukkan aktivitas penghambatan yang lebih lemah dibandingkan dengan allopurinol, namun masih tergolong sangat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar (24,548 µg/mL). Di sisi lain, iradiasi dengan dosis 10 kGy menunjukkan aktivitas penghambatan yang lebih kuat dibandingkan dengan sampel iradiasi 0 kGy, dengan nilai IC₅₀ sebesar 15,295 µg/mL. Hal ini mengindikasikan bahwa dosis 10 kGy memiliki potensi yang lebih tinggi dalam menghambat aktivitas enzim xantin oksidase dibandingkan dosis 0 kGy.

Key word:

Broadleaf Plantain;
Celery Leaves;
Gamma Irradiation;
Java Long Pepper;
Xanthine Oxidase

ABSTRACT

Plants such as broadleaf plantain, celery, and java long peppers are known to be able to reduce uric acid levels, inhibit xanthine oxidase, and have analgesic effects. The food irradiation process is used to preserve and improve the safety of food ingredients. This study aims to determine the xanthine oxidase inhibition activity before and after 10 kGy gamma irradiation on herbal medicine, by testing ionizing irradiation category I (*Gamma Chamber & Gamma Cell*) at a dose of 10 kGy and the *Elabscience® Xanthine Oxidase (XOD) Activity Assay Kit*, in various concentrations (4 µg/mL; 8 µg/mL; 16 µg/mL; 31 µg/mL; 63 µg/mL) with allopurinol as a binder. The results showed that allopurinol has very strong inhibitory activity against the xanthine oxidase enzyme, with an IC₅₀ value of (1.445 µg/mL). SESEJA herbal medicine before and after 10 kGy gamma irradiation has the potential as a xanthine oxidase inhibitor at concentrations (4 µg/mL; 8 µg/mL; 16 µg/mL; 31 µg/mL; 63 µg/mL). Irradiation of 0 kGy showed weaker inhibitory activity compared to allopurinol, but was still classified as very strong with an IC₅₀ value of (24.548 µg/mL). On the other hand, irradiation with a dose of 10 kGy showed stronger inhibitory activity compared to the 0 kGy irradiation sample, with an IC₅₀ value of 15.295 µg/mL. This indicates that a dose of 10 kGy has a higher potential in inhibiting xanthine oxidase enzyme activity than a dose of 0 kGy.

Pendahuluan

Hiperurisemia adalah suatu kondisi di mana kadar asam urat dalam darah melebihi batas normal (>7 mg/dL pada pria dan >6 mg/dL pada wanita). Beberapa penyebab hiperurisemia yaitu peningkatan metabolisme asam urat, penurunan ekskresi urin, atau keduanya. Asam urat terbentuk dari oksidasi xantin oleh enzim xantin oksidase (Fitriani et al., 2019). Kondisi ini tidak hanya berdampak pada individu secara klinis, tetapi juga memiliki relevansi dalam kajian epidemiologi di berbagai populasi.

Prevalensi populasi global hiperurisemia berkisar antara 1–4%, dengan prevalensi pada pria di negara-negara Barat sekitar 3–6% dan pada wanita sekitar 1–2%. Di Asia, prevalensi pada pria mencapai 4,4–8,8% dan pada wanita sekitar 1,3–3,6% (Yokose et al., 2023) (Ragab et al., 2017). Berdasarkan data tersebut, artritis gout menjadi jenis artritis inflamasi yang paling umum terjadi pada pria. Risiko *arthritis gout* meningkat seiring bertambahnya usia, dengan prevalensi sekitar 7% pada pria berusia di atas 75 tahun dan 3% pada wanita berusia lebih dari 85 tahun (Doherty, 2009). Meskipun belum ada penelitian spesifik mengenai prevalensi artritis gout di Indonesia, data menunjukkan bahwa angka kejadian hiperurisemia di Indonesia berkisar antara 18,6–47,6% (Madyaningrum et al., 2021).

Terapi yang umum digunakan untuk hiperurisemia adalah allopurinol, yang berfungsi sebagai penghambat xantin oksidase untuk mengurangi kadar asam urat dalam darah (Fitriani et al., 2019). Namun, penggunaan allopurinol memiliki efek samping seperti reaksi alergi, gangguan gastrointestinal, dan risiko toksisitas pada pasien dengan gangguan ginjal. Oleh karena itu, diperlukan alternatif terapi yang lebih aman dan minim efek samping.

Jamu telah dikenal selama ratusan tahun sebagai obat tradisional oleh masyarakat Indonesia. Jamu seringkali digunakan untuk pengobatan ataupun untuk menjaga kesehatan. Penggunaan jamu sebagai terapi alternatif semakin berkembang karena diperkirakan memiliki efek samping yang lebih minimal jika dibandingkan dengan obat sintetis (Badan Litbang Kesehatan, 2010). Beberapa tanaman yang biasa digunakan masyarakat Indonesia sebagai jamu untuk mengatasi hiperurisemia antara lain seledri (*Apium graveolens* L.), daun sendok (*Plantago major* L.), dan cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl). Seledri mengandung flavonoid, kumarin, manitol, dan minyak atsiri. Flavonoid dalam seledri mampu menurunkan kadar asam urat darah serta meningkatkan ekskresi asam urat urin (Ngestiningsih et al., 2013). Daun sendok berperan sebagai penghambat xantin oksidase dan memiliki efek penghambatan yang sebanding dengan allopurinol (Surahman et al., 2013; Yumita et al., 2013). Sementara itu, cabe jawa memiliki efek analgesik yang bermanfaat untuk pengobatan hiperurisemia (Evacuasiyany et al., 2010).

Selain itu, dalam proses pengolahan bahan pangan, pengawetan menjadi aspek penting untuk mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa konsumsi. Iradiasi merupakan metode fisika yang digunakan untuk mengawetkan dan meningkatkan keamanan pangan dengan mengurangi bakteri patogen dan pembusuk. Metode ini didukung oleh *Food and Agriculture Organization* (FAO), *International Atomic Energy Agency* (IAEA), *World Health Organization* (WHO), dan *Codex Alimentarius*. Iradiasi pangan tidak mempengaruhi rasa dan tekstur serta dinilai ekonomis (Raharja et al., 2018).

Berdasarkan pernyataan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas inhibisi enzim xantin oksidase pada jamu SESEJA, menentukan konsentrasi optimal jamu SESEJA setelah iradiasi gamma, dan mengevaluasi penghambatan enzim xantin oksidase pada jamu SESEJA setelah iradiasi gamma 10 kGy.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental, melibatkan jamu SESEJA yang terbuat dari daun seledri (*Apium graveolens* L.), daun sendok (*Plantago major* L.), dan cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) di laboratorium untuk mengetahui aktivitas inhibisi enzim xantin oksidase sebelum dan sesudah iradiasi gamma 10 kGy di BRIN. Uji penghambatan xantin oksidase dilakukan secara spektrofotometri dengan Elabscience® XOD Assay Kit, melibatkan persiapan reagen, penyusunan kurva standar, serta uji sampel dalam microplate. Absorbansi diukur sebelum dan sesudah inkubasi pada 37°C selama 25 menit, lalu dihitung persen penghambatan. Data dianalisis dengan regresi linear untuk menentukan IC₅₀ dan disajikan dalam tabel, grafik, serta pembahasan deskriptif.

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai dalam penelitian ini antara lain, Gamma Cell dan Gamma Chamber (BRIN), spektrofotometri UV-Vis^(Shimadzu UV-1800), 96 well plate^(Greiner Bio-One), microplate reader^(Bio-Rad iMark), inkubator^(Memmert IN110), ayakan mesh 40^(Retsch), gelas ukur^(Pyrex), gelas kimia^(Pyrex), labu ukur gelas kimia^(Pyrex), mikropipet^(Eppendorf), pH meter^(Hanna Instruments), timbangan analitik^(Ohaus), tabung reaksi gelas kimia^(Pyrex), plastik klip, dan standing pouch. Data dianalisis menggunakan regresi linear pada Microsoft Excel untuk menentukan IC₅₀ dan disajikan dalam tabel, grafik, serta pembahasan deskriptif.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, allopurinol, aquabidest, buffer phosphate, daun seledri (*Apium graveolens* L.), daun sendok (*Plantago major* L.), cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl), Enzim xantin oksidase (XOD), zat kromogenik.

Pembuatan Sediaan Jamu

Jamu kering dibuat dari campuran cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) (2,5 g), daun sendok (*Plantago major* L.) (1,5 g), dan daun seledri (*Apium graveolens* L.) (1,5 g) yang telah dikeringkan. Setelah itu, jamu disimpan dalam wadah tertutup rapat untuk menjaga kualitas dan kestabilannya.

Proses Iradiasi

Sampel jamu (Simplisia) yang sudah di siapkan, dikemas plastik klip dan dibungkus kembali menggunakan standing pouch lalu dilakukan penyinaran iradiasi pengion kategori I atau biasa disebut Gamma Chamber & Gamma Cell di Teknologi Isotop dan Nuklir (Patir) BRIN Balai Iradiasi, Elektromekanik, dan Instrumentasi Gedung No. 40 A Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Cilandak, Jaksel. Dengan dosis 10 kGy.

Uji Penghambatan Aktivitas Enzim Xantin Oksidase

Efek penghambatan senyawa terhadap aktivitas xantin oksidase ditentukan secara spektrofotometri. Mengacu pada standar operasional prosedur Biotek Rekayasa Indonesia di CBD Niaga Sentul Blok D-1 Nomor 32, Citaringgul, Babakan Madang, Bogor 16810 dengan SOP yang telah di modifikasi dengan Elabscience® Xanthine Oxidase (XOD) Activity Assay Kit (Biotek Rekayasa Indonesia, 2024).

1. Persiapan Reagen

Persiapan Blanko: Campurkan 6,5 µL reagen enzimatis dengan 173,5 µL akuabides untuk larutan blanko enzim, dan buat larutan blanko dengan 180 µL akuabides. Setarakan reagen pada suhu kamar. Persiapan larutan kerja kromogenik: Encerkan 20 µL zat kromogenik 1 dengan 20 µL zat kromogenik 2, aduk rata, dan gunakan dalam 1 jam dengan lampu peneduh. Persiapan solusi kerja: Campur 147 µL larutan buffer, 6,5 µL larutan substrat, 6,5 µL reagen enzimatis, dan 20 µL larutan kerja kromogenik untuk setiap sumur, lindungi

dari cahaya. Penyusunan kurva standar: Encerkan larutan allopurinol 1000 ppm dalam *phosphate buffer saline* 0,01 M pH 7,4 menjadi konsentrasi 0,4 hingga 6,3 ppm sesuai tabel.

Tabel 1. Konsentrasi, Volume Larutan Stok, Volume Akuabides, dan Volume Akhir Larutan Kerja Standar untuk Seri Pengenceran

ITEM	1	2	3	4	5
Konsentrasi (ppm)	0,4	0,8	1,6	3,1	6,3
Volume Larutan Stok (μL)	4	8	16	31	63
Volume Akuabides (μL)	996	992	984	969	937
Volume Akhir Larutan Kerja Standar (mL)	1	1	1	1	1

2. Persiapan Sampel

Dibuat larutan sampel dengan konsentrasi 1000 ppm dalam akuabides. Larutan tersebut diencerkan menjadi konsentrasi 4 hingga 63 ppm dengan pengenceran sesuai dengan tabel berikut;

Tabel 2. Konsentrasi, Volume Larutan Stok, Volume Akuabides, dan Volume Akhir Larutan Kerja Persiapan Sampel untuk Seri Pengenceran

ITEM	1	2	3	4	5
Konsentrasi (ppm)	4	8	16	31	63
Volume Larutan Stok (μL)	40	80	160	310	630
Volume Akuabides (μL)	960	920	840	690	370
Volume Akhir Larutan Kerja Standar (mL)	1	1	1	1	1

3. Operating Steps

Dibuat sumur standar : Tambahkan 20 μL larutan standar dengan konsentrasi berbeda ke dalam sumur yang sesuai. Dibuat sumur sampel : tambahkan 20 μL sampel ke dalam sumur yang sesuai. Tambahkan 180 μL larutan kerja ke dalam setiap sumur, Campur seluruh dengan microplate reader dicatat sebagai A1. Selanjutnya, sampel diinkubasi pada suhu 37°C selama 25 menit, ukur nilai OD sampel dengan baik dan standar dengan baik di catat sebagai A2.

4. Perhitungan Persen Penghambatan

$$\text{Penghambatan (\%)} = \frac{(A2-A1)}{A0} \times 100$$

Keterangan : (A1) - Absorbansi Initial, (A2) - Absorbansi Final, (A0) – Absorbansi Blanko.

Teknik Analisis Data

Analisis data daya hambat enzim xantin oksidase ditunjukkan dengan nilai IC_{50} . Analisis statistik membandingkan setiap konsentrasi ekstrak jamu sebelum dan setelah iradiasi 10 kGy. Data dianalisis menggunakan regresi linear melalui *Microsoft Excel* dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik. Hasil analisis deskriptif dilengkapi dengan kurva, narasi, pembahasan, dan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Uji Penghambatan Aktivitas Enzim Xantin Oksidase

Berdasarkan hasil uji “Biotek Rekayasa Indonesia” dengan standar operasional prosedur (SOP) yang dimilikinya sebagai inhibitor xantin oksidase yang menjanjikan, dengan nama standar operasional prosedur *Elabscience® Xanthine Oxidase (XOD) Activity Assay Kit* (Biotek Rekaya Indonesia, 2024).

Uji Aktivitas Enzim Xantin Oksidase Allopurinol sebagai Pembanding

Pengujian aktivitas enzim xantin oksidase pada antihiperurisemia bertujuan untuk mengevaluasi potensi dan efektivitas inhibitor enzim sebagai terapi atau pengobatan hiperurisemia, yaitu kondisi dengan kadar asam urat tinggi dalam darah. Allopurinol adalah obat yang sudah ada dan digunakan untuk mengobati hiperurisemia dengan cara menghambat aktivitas enzim xantin oksidase, sehingga dapat mengurangi produksi asam urat. Pada penelitian ini, allopurinol digunakan sebagai pembanding untuk menentukan efisiensi jamu SESEJA terhadap aktivitas enzim xantin oksidase.

Tabel 3. Data serapan pada pengujian penghambatan aktivitas enzim xantin oksidase oleh allopurinol

Allopurinol		
Konsentrasi (ppm)	% Inhibisi	IC_{50} (ppm)
0,4	0,352 ± 47,23	1,445 µg/mL
0,8	0,338 ± 49,33	
1,6	0,325 ± 51,27	
3,1	0,313 ± 53,07	
6,3	0,300 ± 55,02	

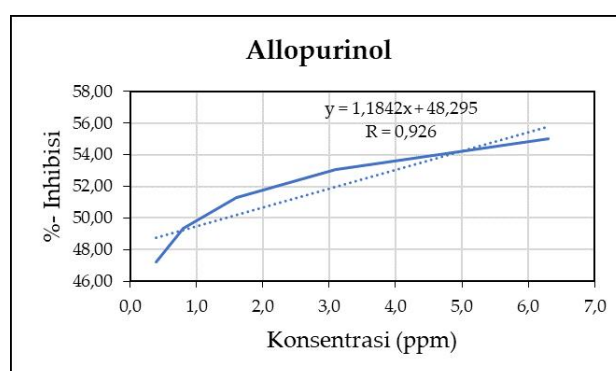
Berdasarkan **Tabel 3**. Data tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian penghambatan aktivitas enzim xantin oksidase oleh allopurinol memperlihatkan pengukuran penghambatan aktivitas enzim xantin oksidase dengan berbagai konsentrasi allopurinol yang digunakan dalam pengujian, mulai dari 0,4 ppm hingga 6,3 ppm.

Interpretasi data allopurinol konsentrasi 0,4 ppm menunjukkan penghambatan sebesar 47,23%. Allopurinol konsentrasi 0,8 ppm, menunjukkan penghambatan sebesar 49,33%. Allopurinol konsentrasi 1,6 ppm menunjukkan penghambatan sebesar 51,27%. Allopurinol konsentrasi 3,1 ppm

menunjukkan penghambatan sebesar 53,07%. Allopurinol konsentrasi 6,3 ppm menunjukkan penghambatan sebesar 55,02%.

Dari data tersebut, Hal ini menunjukkan bahwa allopurinol efektif dalam menghambat aktivitas enzim xantin oksidase dalam konsentrasi yang diberikan. Nilai IC_{50} yang diberikan menunjukkan konsentrasi allopurinol diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas enzim xantin oksidase sebesar 1,445 $\mu\text{g/mL}$. Suatu zat dianggap memiliki penghambat yang sangat kuat apabila nilai $IC_{50} < 50$, sedangkan zat dengan nilai IC_{50} 51-100 $\mu\text{g/mL}$ dikategorikan memiliki sifat penghambatan yang kuat (Molynuex, 2004).

Dengan demikian, data ini menggambarkan potensi allopurinol dalam menghambat aktivitas enzim xantin oksidase dan dapat digunakan untuk evaluasi lebih lanjut terhadap efikasi untuk perbandingan allopurinol sebagai inhibitor enzim dalam pengobatan hiperurisemia.



Gambar 1. Kurva penghambatan aktivitas inhibisi xantin oksidase oleh allopurinol

Berdasarkan **Gambar 1**. Kurva penghambatan aktivitas inhibisi xantin oksidase oleh allopurinol menunjukkan koefisien korelasi (R) pada gambar menunjukkan kekuatan hubungan antara konsentrasi allopurinol dengan persentase inhibisi aktivitas enzim. Nilai R yang tinggi (dalam hal ini, $R = 0,926$) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap enzim xantin oksidase dan dapat menghambat aktivitas enzim secara efektif.

Uji Aktivitas Enzim Xantin Oksidase oleh Sediaan Jamu Iradiasi Gamma 0 kGy

Pengujian aktivitas pada enzim xantin oksidase oleh sediaan jamu iradiasi gamma 0 kGy ini bertujuan untuk mengetahui pada konsentrasi berapakah jamu SESEJA sebelum iradiasi gamma berpotensi sebagai penghambat penginhibasi enzim xantin oksidase.

Tabel 4. Data serapan pada pengujian penghambatan oleh sampel sediaan jamu SESEJA sebelum iradiasi gamma dosis 0 kGy

Sampel Iradiasi Gamma 0 kGy		
Konsentrasi (ppm)	% Inhibisi	IC_{50} (ppm)
04	0,360 $\pm$ 46,03	24,548 $\mu\text{g/mL}$
08	0,346 $\pm$ 48,13	
16	0,333 $\pm$ 50,07	
31	0,321 $\pm$ 51,87	
63	0,308 $\pm$ 53,82	

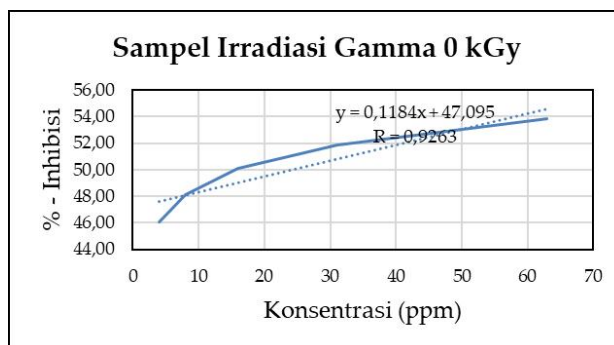
Berdasarkan **Tabel 4.** diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian penghambatan aktivitas enzim xantin oksidase oleh sampel sediaan jamu SESEJA yang terbuat dari dari seledri (*Apium graveolens L.*), daun sendok (*Plantago major L.*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*) sebelum menjalani iradiasi gamma dengan dosis 0 kGy.

Data pengukuran aktivitas penghambatan enzim xantin oksidase yang dilakukan dengan sampel jamu SESEJA menunjukkan hasil yang semakin signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi sampel. Pada konsentrasi 4 ppm, penghambatan tercatat sebesar 46,03%, dan pada konsentrasi 8 ppm, penghambatan meningkat menjadi 48,13%. Selanjutnya, pada konsentrasi 16 ppm, penghambatan bertambah menjadi 50,07%, dan pada konsentrasi 31 ppm tercatat penghambatan sebesar 51,87%. Pada konsentrasi tertinggi, yaitu 63 ppm, penghambatan mencapai 53,82%. Nilai IC_{50} yang dihasilkan adalah 24,548 $\mu\text{g/mL}$, yang mengindikasikan konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% aktivitas enzim xantin oksidase.

Berdasarkan hasil tersebut, jamu SESEJA yang terbuat dari kombinasi dari daun seledri (*Apium graveolens L.*), daun sendok (*Plantago major L.*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*) dapat secara efektif menghambat aktivitas enzim xantin oksidase, meskipun sebelum dilakukan iradiasi gamma dengan dosis 0 kGy. Potensi penghambatan ini mengindikasikan bahwa jamu tersebut memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menurunkan aktivitas enzim xantin oksidase, yang berperan dalam pembentukan asam urat dalam tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan memiliki potensi dalam menghambat enzim xantin oksidase, yang memiliki peran penting dalam pengobatan hiperurisemia dan gout (Guma et al., 2022).

Seiring dengan bertambahnya konsentrasi sampel jamu SESEJA, Peningkatan penghambatan terhadap aktivitas enzim xantin oksidase menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki potensi untuk menjadi inhibitor enzim xantin oksidase yang efektif. Secara umum, senyawa dengan nilai IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$ dianggap memiliki potensi penghambatan yang sangat kuat. Nilai IC_{50} yang berkisar antara 51 hingga 100 $\mu\text{g/mL}$ mengindikasikan potensi penghambatan yang tinggi, sementara nilai IC_{50} di atas 100 $\mu\text{g/mL}$ menunjukkan potensi penghambatan yang lebih rendah (Dhale Rale et al., 2018).

Dengan demikian, data ini menggambarkan jamu SESEJA yang terbuat dari daun seledri (*Apium graveolens L.*), daun sendok (*Plantago major L.*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*), Sebelum menjalani iradiasi gamma dengan dosis 0 kGy, sampel menunjukkan potensi dalam menghambat aktivitas enzim xantin oksidase.



Gambar 2. Kurva penghambatan aktivitas oleh sediaan jamu SESEJA sebelum iradiasi gamma dosis 0 kGy

Berdasarkan **Gambar 2**, kurva penghambatan aktivitas oleh sediaan jamu SESEJA dari daun seledri (*Apium graveolens L.*), daun sendok (*Plantago major L.*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*) sebelum iradiasi gamma dosis 0 kGy menunjukkan hubungan antara konsentrasi sediaan jamu (ppm) dengan persentase inhibisi aktivitas xantin oksidase. Hal ini menunjukkan bahwa sediaan jamu memiliki afinitas yang tinggi terhadap enzim xantin oksidase dan dapat menghambat aktivitas enzim secara efektif.

Koefisien korelasi (R) pada gambar menunjukkan kekuatan hubungan antara konsentrasi sediaan jamu dengan persentase inhibisi aktivitas enzim. Nilai R yang tinggi (dalam hal ini, $R = 0,9263$) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara kedua variabel tersebut.

Uji Aktivitas Enzim Xantin Oksidase oleh Sediaan Jamu Iradiasi Gamma 10 kGy

Pengujian aktivitas pada enzim xantin oksidase oleh sediaan jamu iradiasi gamma 10 kGy ini bertujuan untuk mengetahui mengetahui pada konsentrasi berapakah jamu SESEJA sesudah iradiasi gamma berpotensi sebagai penghambat penginhibisi enzim xantin oksidase.

Tabel 5. Data Serapan pada pengujian penghambatan oleh sampel sediaan jamu SESEJA sesudah iradiasi gamma dosis 10 kGy

Sampel Iradiasi Gamma 10 kGy		
Konsentrasi (ppm)	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
04	0,353 ± 47,08	15,295 µg/mL
08	0,339 ± 49,18	
16	0,326 ± 51,20	
31	0,313 ± 53,07	
63	0,301 ± 54,87	

Berdasarkan Tabel 5. Pengujian penghambatan aktivitas enzim xantin oksidase menggunakan sampel jamu SESEJA yang terbuat dari daun seledri (*Apium graveolens L.*), daun sendok (*Plantago major L.*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*) setelah iradiasi gamma dosis 10 kGy menunjukkan hasil yang signifikan. Pengujian dilakukan pada beberapa konsentrasi sampel jamu, yaitu 4 ppm, 8 ppm, 16 ppm, 31 ppm, dan 63 ppm. Pada konsentrasi 4 ppm, penghambatan yang tercatat sebesar 47,08%. Sampel dengan konsentrasi 8 ppm menunjukkan penghambatan sebesar 49,18%, sementara pada konsentrasi 16 ppm, penghambatan meningkat menjadi 51,20%. Penghambatan lebih lanjut tercatat pada konsentrasi 31 ppm sebesar 53,07%, dan pada konsentrasi tertinggi, 63 ppm, penghambatan mencapai 54,87%.

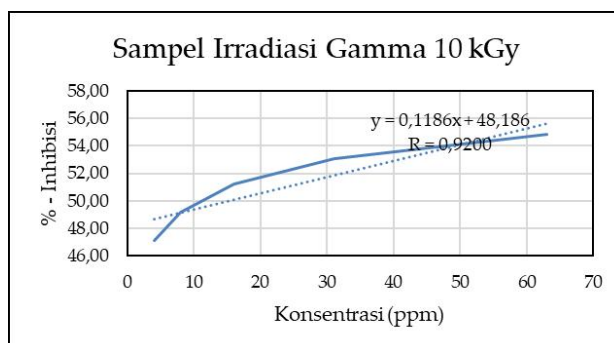
Data ini menunjukkan bahwa setelah menjalani iradiasi gamma dengan dosis 10 kGy, efektivitas sampel jamu SESEJA dalam menghambat aktivitas enzim xantin oksidase meningkat secara signifikan dibandingkan dengan sebelum iradiasi (dosis 0 kGy). Hal ini menandakan bahwa iradiasi gamma berpotensi meningkatkan aktivitas senyawa dalam sampel jamu dalam menghambat enzim xantin oksidase, yang berperan dalam pembentukan asam urat dalam tubuh.

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa iradiasi gamma dengan dosis 10 kGy meningkatkan efektivitas sampel jamu SESEJA dalam menghambat aktivitas enzim xantin

oksidase. Peningkatan efektivitas ini mengindikasikan bahwa iradiasi gamma dapat memodifikasi senyawa dalam sampel jamu sehingga lebih efektif dalam menghambat aktivitas enzim xantin oksidase. Hal ini menunjukkan bahwa iradiasi gamma dapat meningkatkan aktivitas bioaktif senyawa dalam tumbuhan, seperti yang terlihat dalam penelitian mengenai teh celup *Camellia-Murbei-Stevia*, di mana iradiasi dengan dosis 0 kGy hingga 10 kGy terbukti meningkatkan aktivitas antioksidan dan memperpanjang umur simpan produk dengan menurunkan cemaran mikroba. Penelitian ini menunjukkan bahwa iradiasi gamma dengan dosis yang bervariasi dapat meningkatkan kualitas produk berbahan dasar tumbuhan. Hal serupa juga dapat diterapkan pada jamu antihiperurisemia yang menggunakan bahan seperti daun seledri, daun sendok, dan cabe jawa, di mana iradiasi gamma dengan dosis 10 kGy dapat meningkatkan aktivitas bioaktif senyawa serta memperpanjang umur simpan jamu tersebut, menjadikannya metode yang efektif untuk meningkatkan kualitas dan ketahanan produk (Choirul Nurfitri, 2013).

Nilai IC_{50} sebesar 15,295 $\mu\text{g/mL}$ menunjukkan konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% aktivitas enzim xantin oksidase. Berdasarkan nilai IC_{50} , senyawa dengan IC_{50} kurang dari 50 $\mu\text{g/mL}$ dianggap memiliki potensi penghambatan yang sangat kuat. Nilai IC_{50} antara 51 hingga 100 $\mu\text{g/mL}$ menunjukkan penghambatan yang kuat, sementara nilai IC_{50} lebih dari 100 $\mu\text{g/mL}$ menandakan penghambatan yang lebih lemah. (Dhale Rale et al., 2018). Dengan nilai IC_{50} yang rendah, senyawa dalam jamu SESEJA ini dapat menghambat aktivitas enzim dengan efektif pada konsentrasi yang relatif rendah.

Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa iradiasi gamma dengan dosis 10 kGy memiliki potensi untuk mempengaruhi efikasi jamu SESEJA dalam menghambat aktivitas xantin oksidase.



Gambar 3. Kurva penghambatan aktivitas oleh sediaan jamu SESEJA sesudah iradiasi gamma dosis 10 kGy

Berdasarkan **Gambar 3**. Kurva penghambatan aktivitas oleh sediaan jamu SESEJA dari daun seledri (*Apium graveolens L.*), daun sendok (*Plantago major L.*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*) sebelum iradiasi gamma dosis 10 kGy menunjukkan hubungan antara konsentrasi sediaan jamu (ppm) dengan persentase inhibisi aktivitas xantin oksidase.

Koefisien korelasi (R) pada gambar menunjukkan kekuatan hubungan antara konsentrasi sediaan jamu dengan persentase inhibisi aktivitas enzim. Nilai R yang tinggi (dalam hal ini, $R = 0,9200$) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara kedua variabel tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa sediaan jamu memiliki afinitas yang tinggi terhadap enzim xantin oksidase dan dapat menghambat aktivitas enzim secara efektif.

Analisis Data

Data uji aktivitas enzim xantin oksidase yang telah diperoleh dalam pengujian masing masing pengujian dianalisis data daya hambat enzim xantin oksidase ditunjukkan dengan nilai IC_{50} . Analisis dilakukan untuk melihat perbandingan dari setiap konsentrasi ekstrak jamu sebelum dan setelah dilakukan iradiasi dosis 10 kGy terhadap penghambatan xantin oksidase.

Tabel 6. Data perbandingan aktivitas enzim xantin oksidase oleh allopurinol dengan sediaan jamu SESEJA sebelum dan sesudah iradiasi gamma 10 kGy

Sampel	IC_{50} $\mu\text{g/mL}$
Allopurinol	1,445 $\mu\text{g/mL}$
Sampel Iradiasi 0 kGy	24,548 $\mu\text{g/mL}$
Sampel Iradiasi 10 kGy	15,295 $\mu\text{g/mL}$

Berdasarkan **Tabel 6**. Terdapat perbandingan menarik antara aktivitas enzim xantin oksidase oleh allopurinol dan jamu SESEJA sebelum dan sesudah iradiasi gamma 10 kGy. Aktivitas enzim diukur pada berbagai konsentrasi zat penghambat. Hasilnya menunjukkan bahwa allopurinol memiliki aktivitas penghambatan terkuat terhadap enzim xantin oksidase dengan nilai IC_{50} sebesar 1,445 $\mu\text{g/mL}$. Sampel tanpa iradiasi (0 kGy) memiliki aktivitas penghambatan yang lebih lemah dibandingkan allopurinol tetapi tetap sangat kuat, dengan nilai IC_{50} sebesar 24,548 $\mu\text{g/mL}$. Setelah iradiasi 10 kGy, aktivitas penghambatan sampel meningkat dengan nilai IC_{50} sebesar 15,295 $\mu\text{g/mL}$, di karenakan sampel yang telah diiradiasi gamma dengan dosis 10 kGy memiliki senyawa-senyawa yang lebih kompleks, yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada sediaan jamu SESEJA (Prasetyo, 2023). Jamu ini terbuat dari daun seledri (*Apium graveolens*), daun sendok (*Plantago major*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum*), yang masing-masing mengandung senyawa aktif yang berperan dalam menurunkan kadar asam urat. Daun seledri mengandung flavonoid seperti apiin dan apigenin yang berfungsi menghambat enzim xantin oksidase, sehingga membantu menurunkan kadar asam urat (Fitriani et al., 2019) . Begitu pula dengan daun sendok, yang juga mengandung flavonoid, terutama apigenin, dengan efek yang serupa (Fitriani et al., 2019) . Sementara itu, cabe jawa mengandung piperin, senyawa yang dikenal memiliki efek antiinflamasi dan turut membantu menurunkan kadar asam urat (Taufik & Soleha, 2020). Kombinasi senyawa aktif dari ketiga bahan ini berkontribusi dalam mengatasi hiperurisemia secara sinergis. Selain itu, senyawa antioksidan yang terkandung dalam jamu ini juga dapat meningkatkan penghambatan enzim xantin oksidase melalui perannya dalam mengurangi atau mencegah terjadinya reaksi oksidasi yang melibatkan radikal bebas (Sabandar et al., 2020).

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijalankan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sediaan jamu SESEJA daun seledri (*Apium graveolens* L.), daun sendok (*Plantago major* L.), dan cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) menunjukkan aktivitas inhibisi terhadap xantin oksidase sebelum dan sesudah iradiasi gamma. Sebelum iradiasi gamma, pada konsentrasi 4 $\mu\text{g/mL}$, 8 $\mu\text{g/mL}$, 16 $\mu\text{g/mL}$, 31 $\mu\text{g/mL}$, dan 63 $\mu\text{g/mL}$, efektivitas penghambatan meningkat dengan nilai IC_{50} sebesar 24,548 $\mu\text{g/mL}$. Setelah iradiasi gamma dosis 10 kGy, efektivitas pada konsentrasi yang sama meningkat, dengan nilai IC_{50} sebesar 15,295 $\mu\text{g/mL}$, menunjukkan aktivitas inhibisi enzim yang lebih kuat.

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji mekanisme komponen jamu dalam menghambat xantin oksidase, dampak iradiasi gamma terhadap kandungan kimia, serta uji toksisitas untuk menilai efek samping dan keamanan jangka panjang. Selain itu, pengembangan jamu SESEJA

dalam bentuk sirup juga perlu dieksplorasi. Keunggulan penelitian ini adalah pengembangan jamu SESEJA menggunakan iradiasi gamma.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung penelitian ini, terutama kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Muhammadiyah A.R. Fachruddin yang telah memberikan dana hibah penelitian internal sehingga penelitian dapat dilakukan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Daftar Pustaka

- Badan Litbang Kesehatan. (2010). Penggunaan jamu sebagai terapi alternatif dan dampaknya terhadap kesehatan. Laporan Penelitian Kesehatan, 15(3), 100–110.
- Biotek Rekaya Indonesia. (2024). Standar Operasional Prosedur Dengan Menggunakan Metode Yang Telah Dimodifikasi Dengan *Protocol Xanthine Oxidase (XOD) Activity Assai Kit. From : Elabscience* (<https://789.biolea/TOyzT8>).
- Choirul Nurfitri, M. (2013). Pengaruh iradiasi terhadap nilai aktivitas antioksidan dan umur simpan teh celup *Camellia-Murbei-Stevia* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Dhale Rale, S., Falah, S., & Pascasarjana IPB Program Studi Biokimia Jalan Agatis Gedung, S. (2018). *Current Biochemistry CURRENT BIOCHEMISTRY Antioxidant Activity, Inhibition α -Glucosidase of Ethanol Extract of Strychnos nitida G. Don and Identification of Active Compounds*. 5(3), 11–20. <http://biokimia.ipb.ac.id>
- Doherty, M. (2009). *New insights into the epidemiology of gout. Rheumatology*, 48(SUPPL. 2). <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kep086>
- Evacuasiany, E., Santosa, S., & Irwan, M. (2010). Efek analgesik ekstrak *ethanol piper retrofracum vahl* pada mencit galur swiss-webster. *Jurnal Medika Planta*, 1, 26–34.
- Guma, M., Dadpey, B., Coras, R., Mikuls, T. R., Hamilton, B., Quehenberger, O., Thorisdottir, H., Bittleman, D., Lauro, K., Reilly, S. M., Liu-Bryan, R., & Terkeltaub, R. (2022). *Xanthine oxidase inhibitor urate-lowering therapy titration to target decreases serum free fatty acids in gout and suppresses lipolysis by adipocytes. Arthritis Research and Therapy*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s13075-022-02852-4>

- Ika Sukma Chandraini Taufik, & Siti Soleha. (2020). *Pharmacological Activities Of Piper Retrofractum*. Jurnal Info Kesehatan, 10(1).
- Madyaningrum, E., Kusumaningrum, F. M., Wardani, R. K., Susilaningrum, A. R., & Ramadhani, A. (2021). *Community gout management program needed for adult people in the rural area*. Journal of Community Empowerment for Health, 4(2), 125. <https://doi.org/10.22146/jcoemph.61591>
- Molynueux, P. (2004). *The use of the stable radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity*. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 26(2), 211–219.
- Ngestiningsih, D., Widiastuti, I., Wahyu, T., Hadi, S., & Suntoko, B. (2013). Perbedaan atara pemberian ekstrak herbal (daun salam, jintan hitam, dan daun seledri) dengan allopurinol terhadap kadar IL-6 dan tnf serum penderita hiperurisemia. *Journal of Clinical Medicine*, 1(1), 20–40.
- Ragab, G., Elshahaly, M., & Bardin, T. (2017). *Gout: An old disease in new perspective – A review*. In *Journal of Advanced Research* (Vol. 8, Issue 5, pp. 495–511). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.04.008>
- Raharja, B., Buana, E. O. G. N., Kiyat, W. El, & Harsojo, H. (2018). efek iradiasi gamma dan penyimpanan dingin terhadap total mikroorganisme dan daya patah kwetiau *gamma irradiation and cold storage effects on total microbes and tensile strength of kway teow*. Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi, 14(1), 21–30.
- Prasetyo, R. (2023). Analisis Antioksidan Jamu Herbal Antihiperurisemia Sebelum dan Sesudah Iradiasi Gamma Menggunakan Metode DPPH [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah A.R Fachruddin.
- Sabandar, C. W., Jalil, j., Ahmat, N., Aladdin, N.-A., Kamaruddin, H. S., & Wahyuningrum, R. (2020). aktivitas antioksidan dan penghambatan xantin oksidase kulit batang songi (*dillenia serrata*. Thunb). *Galenika Journal of Pharmacy (e-Journal)*, 6(1), 151–159.
- Surahman, A., Subandi, & Muntholib. (2013). uji fitokimia dan daya inhibisi ekstrak daun sendok (*Plantago major* L.) dan Buah Srikaya (*Annona squamosa* L.). Jurnal Kimia Universitas Negeri Malang, 2, 1–10.
- Ulfa Fitriani, Tyas Friska Dewi, & Enggar Wijayanti. (2019). Analisis fungsi hati dan fungsi ginjal pada tikus setelah pemberian ramuan cabe Jawa, daun sendok dan seledri *Analysis of liver function and kidney function in rats after giving Piper retrofractum, Plantago major and Apium graveolens*. PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON, 5(2). <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050220>
- Yokose, C., McCormick, N., Lu, N., Tanikella, S., Lin, K., Joshi, A. D., Raffield, L. M., Warner, E., Merriman, T., Hsu, J., Saag, K., Zhang, Y., & Choi, H. K. (2023). *Trends in Prevalence of Gout among US Asian Adults, 2011-2018*. JAMA Network Open, 6(4), E239501. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.9501>

Yumita, A., Suganda, A. G., & Sukandar, E. Y. (2013). *Xanthine oxidase inhibitory activity of some indonesian medicinal plants and active fraction of selected plants. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* , 5, 293–296.