

Potensi Antioksidan Famili Asteraceae dalam Menangkal Radikal Bebas Asap Rokok: Sebuah Tinjauan

Antioxidant Potential of the Asteraceae Family in Counteracting Free Radicals in Cigarette Smoke: An Overview

Aulia Syafadilla Azali^{1*}, Muhammad Andy Rajab², Sofiani Lathifah³, Akrom⁴

^{1,2,3,4}Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
Jl. Prof. Dr. Soepomo, S.H., Janturan, Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55164 author.
Email: aulia2408047027@webmail.uad.ac.id

Abstrak

Paparan asap rokok memicu stres oksidatif pada sistem pernapasan melalui peningkatan radikal bebas dan penurunan aktivitas antioksidan endogen, yang berkontribusi terhadap kerusakan paru-paru dan penyakit kronis seperti PPOK dan kanker paru. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi spesies dari famili Asteraceae sebagai sumber antioksidan alami dalam melindungi paru dan trakea dari kerusakan akibat paparan radikal bebas asap rokok. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) dengan mengacu pada pedoman PRISMA 2020. Pencarian literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar hingga Juni 2025. Kriteria inklusi mencakup studi in vivo yang menggunakan ekstrak tumbuhan Asteraceae pada hewan dengan induksi stres oksidatif sistem respirasi, serta melibatkan pengukuran biomarker seperti MDA, GSH, SOD, dan CAT. Dari 198 artikel yang ditemukan, sebanyak 10 artikel memenuhi kriteria dan mencakup spesies seperti *Tridax procumbens*, *Chromolaena odorata*, *Pulicaria petiolaris*, dan *Baccharis retusa*. Hasil menunjukkan bahwa spesies tersebut memiliki aktivitas antioksidan signifikan melalui kandungan senyawa flavonoid, polifenol, dan triterpenoid. Namun demikian, sebagian besar studi belum menggunakan model paparan asap rokok secara langsung. Kesimpulannya, famili Asteraceae berpotensi besar sebagai sumber antioksidan alami untuk melindungi sistem pernapasan dari stres oksidatif, meski diperlukan penelitian lanjutan dengan model paparan yang lebih relevan. Serta pendekatan toksikologi dan metabolomik, diperlukan untuk memperkuat bukti aplikasi praktis dalam terapi penyakit paru akibat asap rokok.

Kata kunci: Asteraceae; Asap rokok; Antioksidan alami; Biomarker paru; Stres oksidatif; Tinjauan sistematis.

Abstract

Cigarette smoke exposure triggers oxidative stress in the respiratory system through an increase in free radicals and a decrease in endogenous antioxidant activity, which contributes to lung damage and chronic diseases such as COPD and lung cancer. This study aims to investigate the potential of species from the Asteraceae family as a source of natural antioxidants in protecting the lungs and trachea from damage caused by exposure to free radicals in cigarette smoke. The method used is a Systematic Literature Review (SLR) with reference to the PRISMA 2020 guidelines. Literature searches were conducted systematically through the PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar databases until June 2025. The inclusion criteria included in vivo studies using Asteraceae plant extracts in animals with induced oxidative stress in the respiratory system, as well as involving the measurement of biomarkers such as MDA, GSH, SOD, and CAT. Of the 198 articles found, 10 articles met the criteria and included species such as *Tridax procumbens*, *Chromolaena odorata*, *Pulicaria petiolaris*, and *Baccharis retusa*. The results showed that these species had significant antioxidant activity through their flavonoid, polyphenol, and triterpenoid compound content. However, most studies did not use a direct cigarette smoke exposure model. In conclusion, the Asteraceae family has great potential as a source of natural antioxidants to protect the respiratory system from oxidative stress, although further research with more relevant exposure models is needed. Toxicology and metabolomics approaches are also needed to strengthen the evidence for practical application in the treatment of lung diseases caused by cigarette smoke.

Keywords: Asteraceae; Cigarette smoke; Natural antioxidants; Lung biomarkers; Oxidative stress; Systematic review.

* Corresponding Author: Aulia Syafadilla Azali, Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.

E-mail : aulia2408047027@webmail.uad.ac.id

Doi : 10.35451/4vbm3x10

Received : October 03, 2025. Accepted: October 14, 2025. Published: October 31, 2025

Copyright: © 2025 Aulia Syafadilla Azali. Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN.

Dampak Paparan Asap Rokok terhadap Stres Oksidatif Paru

Paparan asap rokok merupakan salah satu faktor utama kerusakan paru yang ditimbulkan oleh peningkatan radikal bebas dan stres oksidatif. Kandungan senyawa toksik seperti karbon monoksida, benzena, dan formaldehida dalam asap rokok memicu peningkatan malondialdehida (MDA), penurunan kadar glutathion (GSH), serta penurunan aktivitas enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD) dan katalase (CAT), yang berdampak langsung pada kerusakan jaringan paru dan saluran napas [1,2]. Akumulasi stres oksidatif ini turut meningkatkan risiko penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), fibrosis paru, dan kanker paru [3,4].

Selain itu, dampak paparan asap rokok juga dapat dilihat dari struktur histopatologi paru yang ditandai dengan kongesti, edema, degenerasi, dan nekrosis, yang dipicu oleh aktivasi makrofag alveolar dan neutrofil serta pelepasan mediator inflamasi. Proses ini merusak septum alveolar, memperlebar diameter alveolus, dan mengganggu fungsi epitel saluran napas melalui penurunan jumlah sel goblet dan kerusakan silia [5].

Potensi Tanaman Obat sebagai Agen Antioksidan

Dalam upaya mitigasi stres oksidatif, pemanfaatan antioksidan dari tanaman obat menjadi salah satu pendekatan potensial. Famili Asteraceae dikenal memiliki ratusan spesies dengan kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, dan triterpenoid yang bersifat antioksidan kuat [4,5]. Beberapa spesies dari famili ini telah digunakan dalam pengobatan tradisional untuk gangguan pernapasan, namun kajian ilmiah yang mengarah pada aplikasinya dalam konteks paparan asap rokok masih terbatas.

Selain itu, studi eksperimental pada tikus yang diinduksi paparan asap rokok melaporkan bahwa pemberian ekstrak *Silybum marianum* L., salah satu anggota Asteraceae, secara signifikan menurunkan biomarker stres oksidatif seperti MDA dan meningkatkan kapasitas total antioksidan plasma [7]. Efek protektif ini diyakini berasal dari kandungan silimaritin yang bekerja sebagai scavenger radikal bebas dan modulator jalur sinyal antioksidan endogen. Hal ini menunjukkan bahwa spesies Asteraceae tidak hanya berpotensi sebagai terapi tradisional, tetapi juga memiliki prospek dalam pengembangan obat modern untuk mitigasi kerusakan paru akibat asap rokok.

Aktivitas Antioksidan *Tridax procumbens* L. sebagai Spesies Unggulan

Salah satu spesies yang menonjol adalah *Tridax procumbens* L., yang menunjukkan aktivitas antioksidan signifikan. Studi *in vivo* pada tikus menunjukkan bahwa ekstrak daunnya mampu menurunkan kadar MDA serta meningkatkan GSH, SOD, dan CAT, baik pada model kerusakan paru akibat doxorubicin maupun pada model asma alergi yang diinduksi OVA-LPS [3,6]. Efek protektif tersebut dilaporkan melibatkan penghambatan jalur inflamasi NF- κ B/ERK, yang diketahui berperan dalam stres oksidatif jaringan paru [3].

Studi pada Tikus Wistar menunjukkan bahwa paparan asap rokok selama 21 hari tanpa intervensi meningkatkan jumlah sel edema dan memperburuk perubahan histologis paru, sedangkan intervensi dengan antioksidan, seperti ekstrak *Tridax procumbens* L., mampu menekan kerusakan jaringan dengan meningkatkan ketebalan epitel trakea dan menurunkan jumlah sel edema, menegaskan peran protektif antioksidan dalam mengurangi stres oksidatif paru [5].

Kesenjangan Literatur dan Tujuan Penelitian

Namun demikian, hingga saat ini belum tersedia tinjauan sistematis yang secara komprehensif membahas potensi antioksidan spesies Asteraceae terhadap kerusakan paru akibat radikal bebas dalam konteks paparan langsung asap rokok. Oleh karena itu, artikel ini disusun untuk mengidentifikasi dan mensintesis bukti ilmiah terkini mengenai potensi spesies Asteraceae dalam menangkalkan kerusakan paru dan trakea akibat paparan radikal bebas, melalui pendekatan tinjauan sistematis, dengan fokus pada studi *in vivo* yang mengevaluasi biomarker oksidatif di jaringan paru.

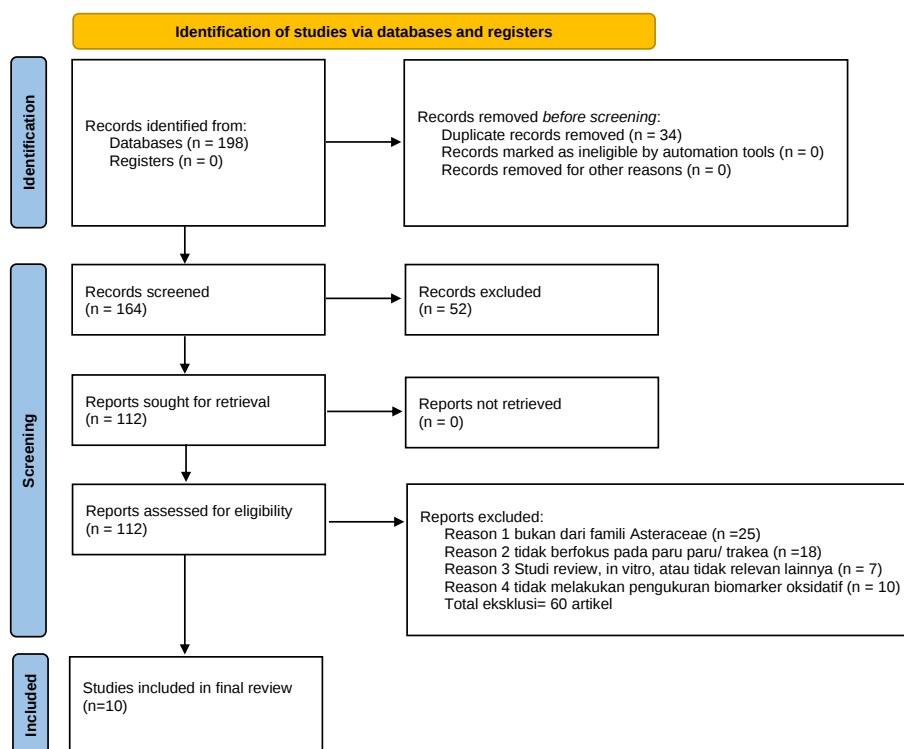
2. METODE

Prosedur

Artikel ini disusun menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) yang mengacu pada pedoman

Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 [9]. Proses pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada tiga basis data utama, yaitu PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar, dengan batas waktu hingga Juni 2025. Kata kunci yang digunakan merupakan kombinasi terstruktur dari istilah-istilah berikut: “*Asteraceae*”, “*lung*”, “*antioxidant*”, “*Tridax procumbens*”, “*in vivo*”, “*smoke exposure*”, “*rat*”, “*oxidative stress*”, dan “*trachea*”.

Dari total 198 artikel yang berhasil diidentifikasi, dilakukan proses penyaringan bertahap berdasarkan judul, abstrak, serta teks penuh untuk menilai kesesuaian dengan kriteria inklusi. Hasil seleksi akhir menghasilkan 10 artikel yang memenuhi seluruh kriteria dan secara spesifik mengevaluasi efek antioksidan dari spesies dalam famili Asteraceae, yaitu *Tridax procumbens* L., *Chromolaena odorata*, *Artemisia vulgaris*, *Ageratum conyzoides*, *Baccharis trimera*, dan *Helianthus annuus*, terhadap stres oksidatif akibat paparan asap rokok.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA 2020.

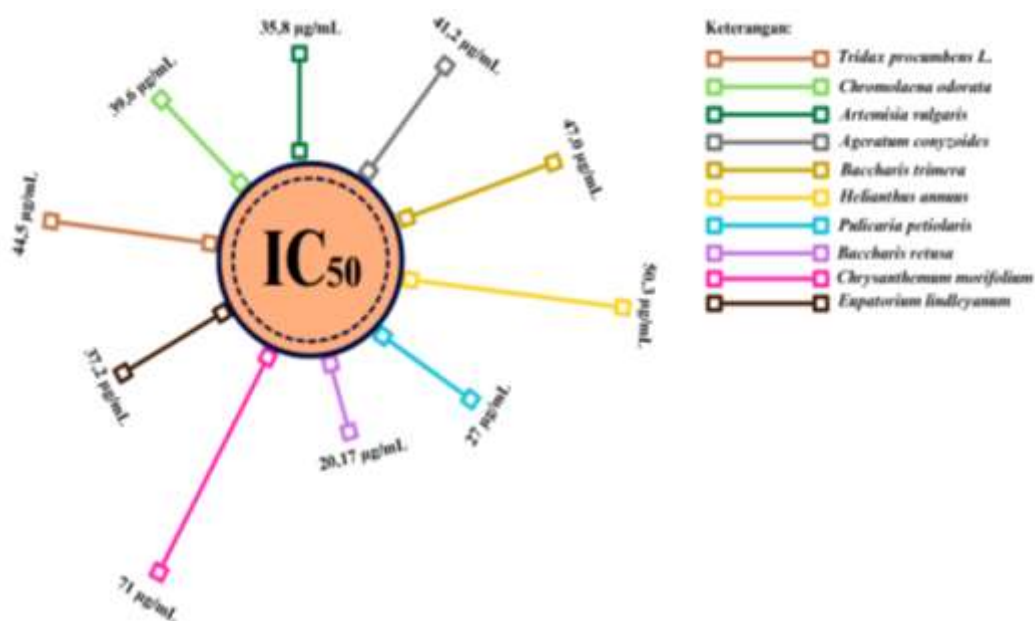
3. HASIL

Sepuluh spesies utama dari famili Asteraceae yang dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan pada sistem pernapasan mencakup: *Tridax procumbens* L., *Chromolaena odorata*, *Artemisia vulgaris*, *Ageratum conyzoides*, *Baccharis trimera*, *Helianthus annuus*, *Pulicaria petiolaris*, *Baccharis retusa*, *Chrysanthemum morifolium*, dan *Eupatorium lindleyanum* yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Aktivitas Antioksidan Enam Spesies Famili Asteraceae terhadap Sistem Pernapasan.

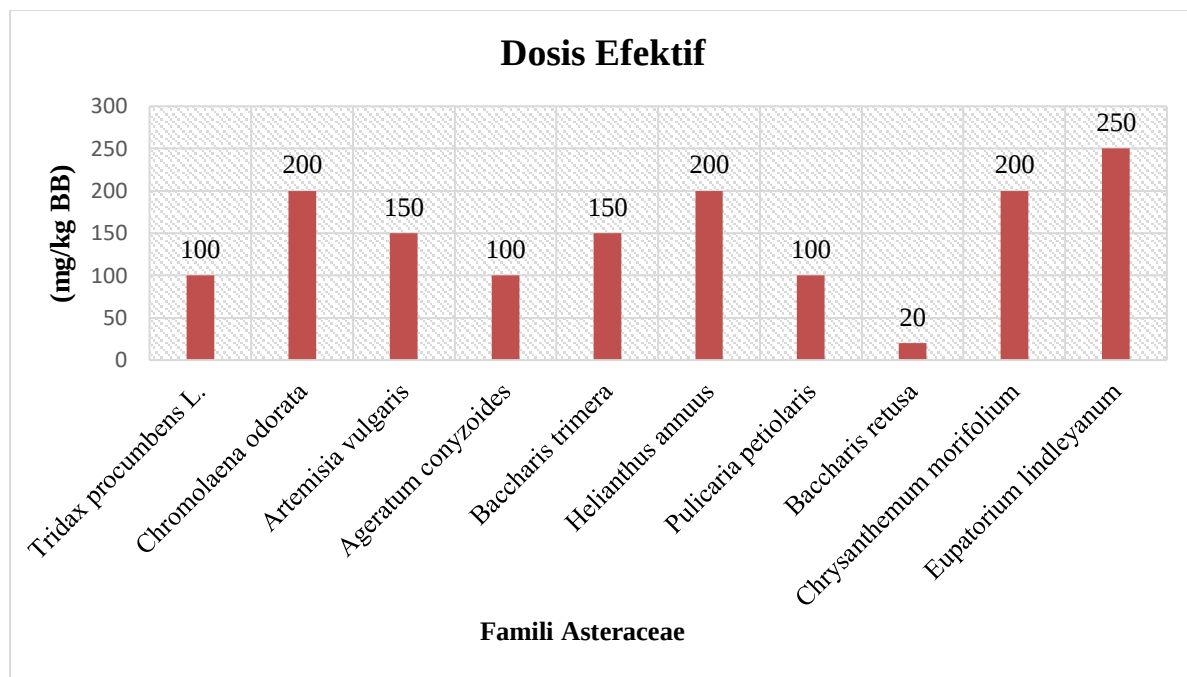
No	Spesies Asteraceae	Senyawa Dominan	IC ₅₀ (µg/mL)	Dosis Efektif (mg/kg BB)	Metode Ekstraksi	Model In Vivo	Sumber
1	<i>Tridax procumbens</i> L.	Flavonoid, triterpenoid	44,5	100	Ekstrak air daun	Tikus + doxorubicin	[8]
2	<i>Chromolaena odorata</i>	Kaempferol, asam ferulat	39,6	200	Ekstrak etanol 70%	Tikus + LPS	[8]
3	<i>Artemisia</i>	Quercetin,	35,8	150	Ekstrak	Tikus +	[10]

	<i>vulgaris</i>	artemisinin			metanol	CCl ₄	
4	<i>Ageratum conyzoides</i>	Asam klorogenat, kumarin	41,2	100	Ekstrak etanol	Tikus + OVA	[11]
5	<i>Baccharis trimera</i>	Asam kafeat, flavonoid	47,0	150	Ekstrak etanol panas	Tikus + LPS	[12]
6	<i>Helianthus annuus</i>	Asam fenolat, tokoferol	50,3	200	Ekstrak n-heksana	Tikus + asap rokok	[13]
7	<i>Pulicaria petiolaris</i>	Fenolik & flavonoid	27	100	Ekstrak metanol	Tikus ALI (LPS-induced)	[14]
8	<i>Baccharis retusa</i>	Flavanon sakuranetin	20,17	20	Isolat flavonoid	Tikus BALB/c – model emfisema (elastase)	[15]
9	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	Flavonoid, asam fenolat, terpenoid	71	200	Ekstrak etanol 70%	Tikus ALI (LPS-induced)	[16]
10	<i>Eupatorium lindleyanum</i>	Sesquiterpenes	37,2	250	Ekstrak bunga	Tikus ALI (LPS-induced)	[17]

Gambar 2. Nilai IC₅₀ Famili Asteraceae

Gambar 2 menunjukkan nilai IC₅₀ dari berbagai spesies tumbuhan dalam famili Asteraceae yang menggambarkan potensi aktivitas antioksidan masing-masing ekstrak. Nilai IC₅₀ (konsentrasi inhibisi 50%) mencerminkan seberapa besar konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas; semakin kecil nilai IC₅₀, semakin kuat kemampuan antioksidannya. Berdasarkan grafik, *Pulicaria petiolaris* memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC₅₀ terendah yaitu 20,17 µg/mL, disusul oleh *Chrysanthemum morifolium* (27 µg/mL), dan *Chromolaena odorata* (35,8 µg/mL). Sebaliknya, *Baccharis retusa* memiliki nilai IC₅₀ tertinggi sebesar 71 µg/mL, menunjukkan aktivitas antioksidan yang paling lemah di antara spesies yang ditampilkan. Data ini menegaskan bahwa terdapat variasi potensi antioksidan yang signifikan antar spesies dalam famili Asteraceae, yang penting dalam pemilihan bahan alam untuk terapi berbasis antioksidan, termasuk untuk menangkal radikal bebas dari

paparan asap rokok.



Gambar 3. Diagram Batang Dosis Efektif

Gambar 3 menyajikan diagram batang mengenai dosis efektif (dalam mg/kg berat badan) dari berbagai spesies Famili Asteraceae yang digunakan dalam penelitian *in vivo*. Grafik ini menunjukkan bahwa terdapat variasi dosis yang dibutuhkan untuk menghasilkan efek farmakologis, seperti antioksidan atau antiinflamasi. *Baccharis retusa* memiliki dosis efektif paling rendah, yaitu 20 mg/kg BB, yang mengindikasikan potensi farmakologisnya cukup tinggi karena memerlukan dosis kecil untuk mencapai efek terapeutik. Sebaliknya, *Eupatorium lindleyanum* menunjukkan dosis efektif tertinggi sebesar 250 mg/kg BB, yang berarti memerlukan dosis lebih besar untuk menghasilkan efek yang sama. Beberapa spesies lain seperti *Chromolaena odorata*, *Pulicaria petiolaris*, dan *Chrysanthemum morifolium* menunjukkan dosis efektif sebesar 200 mg/kg BB, sementara *Tridax procumbens* L., *Ageratum conyzoides*, dan *Baccharis trimera* menunjukkan dosis lebih rendah yaitu 100 mg/kg BB. Data ini berguna dalam menentukan spesies yang paling potensial dan efisien untuk dikembangkan sebagai kandidat terapi berbasis tanaman Asteraceae.

4. PEMBAHASAN

Famili Asteraceae dikenal memiliki kandungan senyawa bioaktif yang melimpah, terutama flavonoid, asam fenolat, dan triterpenoid, yang berperan penting sebagai antioksidan alami. Dari hasil telaah terhadap 10 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, ditemukan enam spesies utama yang berpotensi dalam menghambat atau memperbaiki kerusakan oksidatif pada sistem pernapasan akibat induksi toksin, inflamasi, atau paparan radikal bebas. *Tridax procumbens* L. merupakan spesies dari famili Asteraceae yang paling banyak diteliti terkait aktivitas antioksidannya pada sistem pernapasan. Studi oleh Ikewuchi et al. menunjukkan bahwa ekstrak air daun *Tridax* pada dosis 100 mg/kg BB mampu menurunkan kadar malondialdehid (MDA) dan meningkatkan enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT), glutathione peroksidase (GPx), dan glutathione (GSH) pada tikus model toksisitas doxorubicin. Nilai IC_{50} sebesar 44,5 μ g/mL menunjukkan aktivitas sedang-kuat terhadap radikal DPPH, dengan penggunaan pelarut air yang relatif aman dan aplikatif dalam pengobatan tradisional [8].

Dalam konteks kerusakan paru akibat paparan asap rokok, spesies dari famili Asteraceae yang mengandung flavonoid, asam fenolat, terpenoid, dan polisakarida bekerja melalui aktivasi jalur pensinyalan Nrf2/Keap1 sehingga meningkatkan ekspresi enzim antioksidan endogen seperti superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT), glutathione peroksidase (GPx), dan glutathione tereduksi (GSH). Selain itu, senyawa bioaktifnya berperan dalam menekan aktivasi jalur proinflamasi NF- κ B, MAPK, dan inflammasom NLRP3 yang memediasi produksi sitokin proinflamasi, termasuk TNF- α , IL-6, dan IL-1 β [18]. Mekanisme tersebut relevan mengingat paparan asap rokok terbukti memicu peningkatan ROS, aktivasi faktor transkripsi proinflamasi, serta kerusakan struktural alveoli yang berkontribusi terhadap patogenesis penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) dan kanker paru [19,20].

Chromolaena odorata, dengan kandungan utama berupa kaempferol dan asam ferulat, menunjukkan nilai IC_{50} sebesar 39,6 $\mu\text{g/mL}$. Dalam model inflamasi paru akibat LPS, ekstrak etanol 70% pada dosis 200 mg/kg BB mampu menurunkan infiltrasi sel radang dan meningkatkan kapasitas antioksidan jaringan paru secara signifikan[8]. *Artemisia vulgaris* menunjukkan potensi antioksidan tinggi, dibuktikan dengan nilai IC_{50} sebesar 35,8 $\mu\text{g/mL}$. Penggunaan ekstrak metanol pada dosis 150 mg/kg BB dalam model toksisitas CCl_4 terbukti mampu meningkatkan kapasitas antioksidan total plasma dan menurunkan biomarker kerusakan paru, seperti MDA dan protein karbonil [10]. *Ageratum conyzoides* mengandung senyawa aktif berupa asam klorogenat dan kumarin yang memiliki efek antioksidan signifikan. Ekstrak etanol pada dosis 100 mg/kg BB dalam model asma OVA mampu menekan ekspresi sitokin proinflamasi dan mengembalikan aktivitas SOD dan GPx ke tingkat mendekati normal. Nilai IC_{50} berada pada 41,2 $\mu\text{g/mL}$, mengindikasikan aktivitas sedang-kuat[11]. *Baccharis trimera* yang mengandung asam kafeat dan flavonoid, diuji pada model inflamasi LPS dengan dosis 150 mg/kg BB dari ekstrak etanol panas. Hasil penelitian menunjukkan penurunan signifikan kadar $\text{TNF-}\alpha$ dan IL-6 serta peningkatan kadar antioksidan endogen. Aktivitas antioksidannya tergolong sedang dengan IC_{50} sebesar 47,0 $\mu\text{g/mL}$ [12].

Helianthus annuus merupakan satu-satunya spesies dalam studi ini yang dievaluasi menggunakan model paparan asap rokok secara langsung, menjadikannya sangat relevan untuk konteks studi ini. Kandungan aktif seperti asam fenolat dan tokoferol menghasilkan IC_{50} sebesar 50,3 $\mu\text{g/mL}$. Ekstrak n-heksana dosis 200 mg/kg BB mampu menurunkan MDA dan meningkatkan kapasitas antioksidan total pada jaringan paru [13]. *Pulicaria petiolaris* dan *Baccharis retusa* menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi dalam model acute lung injury (ALI) akibat LPS. *Pulicaria petiolaris* memiliki nilai IC_{50} sebesar 27 $\mu\text{g/mL}$ dan *Baccharis retusa* bahkan lebih rendah, yaitu 20,17 $\mu\text{g/mL}$, menunjukkan efektivitas kuat. Kedua spesies ini diuji dengan ekstrak metanol dan isolat flavonoid yang memberikan hasil positif pada peningkatan kapasitas antioksidan jaringan paru [12,13]. *Chrysanthemum morifolium*, dengan senyawa dominan berupa flavonoid dan terpenoid, memiliki nilai IC_{50} relatif tinggi sebesar 71 $\mu\text{g/mL}$, namun tetap memberikan efek perlindungan oksidatif pada model ALI. Ekstrak etanol 70% dosis 200 mg/kg BB mampu menurunkan peradangan paru dan memperbaiki kapasitas enzim antioksidan [16]. *Eupatorium lindleyanum* mengandung seskuiterpen yang menunjukkan aktivitas antioksidan dengan IC_{50} sebesar 37,2 $\mu\text{g/mL}$. Penggunaan ekstrak bunga pada dosis 250 mg/kg BB dalam model ALI akibat LPS menunjukkan peningkatan biomarker antioksidan dan perlindungan jaringan paru [17].

Secara umum, efektivitas spesies famili Asteraceae dalam menangkal kerusakan paru akibat stres oksidatif sangat ditentukan oleh jenis senyawa bioaktif, metode ekstraksi, dan dosis. Pelarut etanol dan air menjadi pilihan yang paling sering digunakan dengan hasil yang baik, tergantung pada kelarutan spesifik senyawa aktif. Namun demikian, keterbatasan masih ditemukan. Sebagian besar penelitian menggunakan model toksik selain asap rokok seperti LPS, doxorubicin, atau CCl_4 , sehingga kurang merepresentasikan paparan langsung seperti yang terjadi pada perokok aktif maupun pasif. Selain itu, nilai IC_{50} yang dilaporkan hanya mencerminkan potensi in vitro, yang belum tentu sebanding dengan efektivitas fisiologis in vivo. Studi lanjutan diperlukan dengan pendekatan model in vivo berbasis paparan asap rokok, pengujian biomarker oksidatif spesifik paru, serta toksisitas jangka panjang. Kajian metabolomik dan isolasi senyawa aktif murni juga menjadi langkah penting untuk mengidentifikasi mekanisme kerja yang lebih terukur dan spesifik.

5. KESIMPULAN

Famili Asteraceae memiliki potensi besar sebagai sumber antioksidan alami untuk melindungi sistem pernapasan dari kerusakan akibat stres oksidatif. Berdasarkan telaah terhadap sepuluh artikel terpilih, ditemukan sepuluh spesies dari famili ini yang menunjukkan aktivitas antioksidan kuat, baik secara in vitro maupun in vivo, terutama melalui kandungan senyawa aktif seperti flavonoid, asam fenolat, seskuiterpen, dan triterpenoid. Di antara spesies tersebut, *Tridax procumbens* L., *Pulicaria petiolaris*, dan *Baccharis retusa* menunjukkan efektivitas paling menonjol dengan nilai IC_{50} rendah dan peningkatan signifikan biomarker antioksidan jaringan paru. Namun, sebagian besar penelitian masih terbatas pada model inflamasi atau toksik non-spesifik seperti LPS, CCl_4 , atau doxorubicin, dan hanya satu studi yang menggunakan model paparan asap rokok secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan studi lanjutan dengan model yang lebih relevan terhadap paparan nyata, serta pendekatan metabolomik dan isolasi senyawa murni untuk mengungkap mekanisme kerja yang lebih spesifik dan aplikatif dalam konteks terapi gangguan paru akibat asap rokok.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pandi, V. Lal, B. Chakraborty, and V. M. Kalappan, "Evaluation of Oxidative Stress and Antioxidant Biomarkers in Chronic Cigarette Smokers: A Pilot Study," *Cureus*, May 2024, doi: 10.7759/cureus.60629.
- [2] E. Zinellu *et al.*, "Oxidative Stress Biomarkers in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations: A Systematic Review," *Antioxidants*, vol. 10, no. 5, p. 710, Apr. 2021, doi: 10.3390/antiox10050710.
- [3] K. Devi, S. Soni, V. Tripathi, R. Pandey, and B. Moharana, "Ethanol Extract of *Tridax procumbens* Mitigates Pulmonary Inflammation via Inhibition of NF- κ B/p65/ERK Mediated Signalling in an Allergic Asthma Model," *Phytomedicine*, vol. 99, p. 154008, May 2022, doi: 10.1016/j.phymed.2022.154008.
- [4] R. Ahmadkhaniha, F. Yousefian, and N. Rastkari, "Impact of smoking on oxidant/antioxidant status and oxidative stress index levels in serum of the university students," *J Environ Health Sci Eng*, vol. 19, no. 1, pp. 1043–1046, Jun. 2021, doi: 10.1007/s40201-021-00669-y.
- [5] A. Nurrohiim, H. Setiawan, D. K. Wardani, I. F. Nurazizah, and A. S. Azali, "EFEK PROTEKTIF EKSTRAK SONGGOLANGIT (*Tridax procumbens* L.) TERHADAP HISTOPATOLOGI ORGAN PERNAPASAN TIKUS YANG DIPAPAR ASAP ROKOK," *Ber Biol*, vol. 23, no. 1, pp. 73–82, Apr. 2024, doi: 10.55981/beritabiologi.2024.2063.
- [6] M. B. Majnooni *et al.*, "Phytochemicals: Potential Therapeutic Interventions Against Coronavirus-Associated Lung Injury," *Front Pharmacol*, vol. 11, Nov. 2020, doi: 10.3389/fphar.2020.588467.
- [7] A. Karakuş, Y. Değer, and S. Yıldırım, "Protective effect of *Silybum marianum* and *Taraxacum officinale* extracts against oxidative kidney injuries induced by carbon tetrachloride in rats," *Ren Fail*, vol. 39, no. 1, pp. 1–6, Jan. 2017, doi: 10.1080/0886022X.2016.1244070.
- [8] C. C. Ikewuchi, J. C. Ikewuchi, and M. O. Ifeanchio, "Aqueous leafextracts of *Chromolaena odorata* and *Tridax procumbens* attenuated doxorubicin-induced pulmonary toxicity in Wistar rats," *BioTechnologia*, vol. 102, no. 4, pp. 387–398, Dec. 2021, doi: 10.5114/bta.2021.111096.
- [9] N. R. Haddaway, M. J. Page, C. C. Pritchard, and L. A. McGuinness, "PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis Campbell Systematic Reviews," *Campbell Systematic Reviews*, vol. 18, no. 2, Jun. 2022, doi: 10.1002/cl2.1230.
- [10] A. Hamad, M. Arfan, S. A. Khan, N. Fatima, A. M. Abbasi, and A. Mannan, "Evaluation of antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential in *Artemisia vulgaris* L.," *Rev Rom Med Lab*, vol. 26, no. 4, pp. 431–441, Oct. 2018, doi: 10.2478/rrlm-2018-0020.
- [11] B. Elangovan, A. S. Ajayakumar, and ranjani P. Anandraj, "Cardio Protective Role of *Ageratum conyzoides* L. on Cardiac Mitochondrial Enzymes during Isoproterenol Induced Myocardial Infarction in Rats," *Journal of Pharmacy and Pharmacology Research*, vol. 6, p. 32, 2022.
- [12] N. S. de Almeida *et al.*, "Baccharis trimera aqueous extract modulates inflammation and nociception in mice," *Clinical Phytoscience*, vol. 7, no. 1, p. 82, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40816-021-00309-w.
- [13] M. Kamran *et al.*, "Hydroquinone; A Novel Bioactive Compound from Plant-Derived Smoke Can Cue Seed Germination of Lettuce," *Front Chem*, vol. 5, May 2017, doi: 10.3389/fchem.2017.00030.
- [14] N. Ahmed *et al.*, "Pulicaria petiolaris effectively attenuates lipopolysaccharide (LPS)-induced acute lung injury in mice," *Arch Biol Sci*, vol. 70, no. 4, pp. 699–706, 2018, doi: 10.2298/ABS180510033A.
- [15] L. Taguchi *et al.*, "A flavanone from *Baccharis retusa* (Asteraceae) prevents elastase-induced emphysema in mice by regulating NF- κ B, oxidative stress and metalloproteinases," *Respir Res*, vol. 16, no. 1, p. 79, Dec. 2015, doi: 10.1186/s12931-015-0233-3.
- [16] G. Liu, Q. Zheng, K. Pan, and X. Xu, "Protective effect of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. ethanol extract on lipopolysaccharide induced acute lung injury in mice," *BMC Complement Med Ther*, vol. 20, no. 1, p. 235, Dec. 2020, doi: 10.1186/s12906-020-03017-z.
- [17] J. Zhang, F. Zhao, X. Yu, X. Lu, and G. Zheng, "Pharmacokinetics of eupalinolide A, eupalinolide B and hyperoside from *Eupatorium lindleyanum* in rats by LC/MS/MS," *Journal of Chromatography B*, vol. 995–996, pp. 1–7, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.jchromb.2015.04.038.
- [18] X. Li *et al.*, "Scutellarein Suppresses the Production of ROS and Inflammatory Mediators of LPS-Activated Bronchial Epithelial Cells and Attenuates Acute Lung Injury in Mice," *Antioxidants*, vol. 13, no. 6, p. 710, Jun. 2024, doi: 10.3390/antiox13060710.
- [19] S.-R. Cha, J. Jang, S.-M. Park, S. M. Ryu, S.-J. Cho, and S.-R. Yang, "Cigarette Smoke-Induced Respiratory Response: Insights into Cellular Processes and Biomarkers," *Antioxidants*, vol. 12, no. 6, p. 1210, Jun. 2023, doi: 10.3390/antiox12061210.
- [20] N. Lu *et al.*, "Preventive Effect of *Arctium lappa* Polysaccharides on Acute Lung Injury through Anti-Inflammatory and Antioxidant Activities," *Nutrients*, vol. 15, no. 23, p. 4946, Nov. 2023, doi: 10.3390/nu15234946.