

Literature Review : Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)

Meilinda Anisa¹, Lukman Hardia², Angga Bayu Budiyanto³

¹²³Fakultas Sains Terapan Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

Email : meilindaanisaa@gmail.com

Abstrak : Tongkol jagung (*Zea mays* L.) adalah salah satu limbah tanaman jagung yang berfungsi sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan tongkol jagung telah banyak diteliti. Oleh karena itu, perlu dilakukan *literature review* untuk mengumpulkan penelitian terbaru agar dapat dijadikan sebagai panduan bagi para peneliti dalam mempelajari lebih lanjut tentang antioksidan dari tongkol jagung atau untuk menghasilkan konsep baru. Tujuan dari penelitian *literature review* ini yaitu untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak tongkol jagung dan mengetahui kandungan senyawa pada tongkol jagung yang memiliki aktivitas antioksidan sehingga dapat dimanfaatkan menjadi antioksidan alami. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *literature review* dengan pendekatan sistematis. Oleh karena itu, pedoman PRISMA digunakan dalam pengambilan data. Database yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Scopus dan ditemukan 19 artikel yang sesuai setelah disaring. Temuan analisis menunjukkan bahwa tongkol jagung memiliki aktivitas sebagai antioksidan, kandungan senyawa pada tongkol jagung yang memiliki aktivitas antioksidan antara lain karotenoid, tanin, asam fenolik seperti asam hidroksisinamat dan asam hidroksibenzoat serta flavonoid seperti flavonol dan berbagai jenis antosianin.

Kata Kunci: Tongkol jagung; Antioksidan; *Systematic Literature Review*; PRISMA

Abstract : Corn cob (*Zea mays* L.) is one of the corn plant wastes which functions as an antioxidant. The antioxidant activity of corn cobs has been widely studied. Therefore, it is necessary to carry out a literature review to collect the latest research so that it can be used as a guide for researchers in studying more about antioxidants from corn cobs or to produce new concepts. The aim of this literature review research is to determine the antioxidant activity of corn cob extract and to determine the content of compounds in corn cobs that have antioxidant activity so that they can be used as natural antioxidants. The method used in this research is a literature review with a systematic approach. Therefore, PRISMA guidelines were used in data collection. The database used in this research was Scopus and 19 suitable articles were found after filtering. The analysis findings show that corn cobs have antioxidant activity. The compounds in corn cobs that have antioxidant activity include carotenoids, tannins, phenolic acids such as hydroxycinnamic acid and hydroxybenzoic acid as well as flavonoids such as flavonols and various types of anthocyanins.

Keywords: Corncobs; Antioxidants; Systematic Literature Review; PRISMA

PENDAHULUAN

Radikal bebas yang dikenal sebagai ROS (*reactive oxygen species*) dihasilkan oleh sel-sel tubuh selama metabolisme berlangsung (Stanković and Radovanović, 2012). Radikal bebas dibuat oleh sel sistem kekebalan tubuh untuk membunuh bakteri dan virus. Radikal bebas juga dapat dilepaskan oleh faktor lingkungan seperti radiasi, polusi, asap

rokok, dan herbisida. Tubuh biasanya dapat mengatasi radikal bebas, tetapi stress oksidatif terjadi jika kekurangan antioksidan atau produksi radikal bebas yang berlebihan (Lamina *et al.*, 2013).

Stres oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas dapat menyebabkan kemampuan darah untuk membawa oksigen berkurang, sehingga dapat terjadi apoptosis sel. Selain itu, paparan yang berkelanjutan dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskuler, diabetes melitus, hipertensi, dan penyakit kanker (Berawi and Marini, 2018). Sistem antioksidan manusia terdiri dari enzim dan non-enzim yang bekerja sama untuk melindungi sel dan sistem organ dari radikal bebas. Dalam suatu kondisi tertentu yang disebabkan oleh stres oksidatif, antioksidan eksogen diperlukan karena antioksidan endogen menjadi insufisiensi atau tidak cukup. Antioksidan eksogen dapat diperoleh dari bahan alami atau sintetik. Antioksidan sintetik lebih efektif, namun beberapa antioksidan sintetik dapat menyebabkan efek toksik dan mutagenic (Alnajjar *et al.*, 2012). Oleh karena itu, penelitian tentang antioksidan alami perlu dilakukan.

Pemanfaatan bahan alam sebagai antioksidan dapat meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat dengan harga terjangkau (Werdhasari, 2014). Antioksidan alami tersebar di beberapa bagian tanaman, salah satunya yaitu tongkol jagung. Berdasarkan penelitian Lumempouw *et al.*, (2012) fenolik, flavonoid dan tanin terkandung dalam ekstrak tongkol jagung sehingga dapat berpotensi digunakan sebagai antioksidan. Kabupaten Sorong memiliki potensi dalam pemanfaatan tongkol jagung karena tanaman jagung banyak dibudidayakan oleh masyarakat di wilayah tersebut. Berdasarkan data (BPS Kabupaten Sorong, 2022) diketahui bahwa luas panen jagung pada tahun 2022 yaitu 99,29 ha dengan produktivitas 3,45 ton/ha dan produksi mencapai 343,44 ton.

Beberapa penelitian terkait tongkol jagung yang telah dilakukan diantaranya adalah aktivitas antioksidan dan antiproliferasi dari ekstrak metanol tongkol jagung (Melo-Silveira *et al.*, 2014), skrining fitokimia, kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan (Rodríguez-Miranda *et al.*, 2022), kandungan antosianin, kandungan fenolik total dan kapasitas antiradikal (Simla *et al.*, 2016), serta total kandungan fenolik dan flavonoid, aktivitas penangkapan radikal bebas dan penghambatan tirosinase ekstrak tongkol jagung (Dewi *et al.*, 2021).

Berdasarkan paparan tersebut peneliti merasa perlu melakukan *literature review* untuk mengumpulkan penelitian terbaru yang telah dilakukan mengenai aktivitas antioksidan ekstrak tongkol jagung. Sehingga dapat dijadikan sebagai panduan bagi para peneliti dalam mempelajari lebih lanjut tentang antioksidan dari tongkol jagung atau untuk menghasilkan ide-ide baru yang belum dipelajari dan ditetapkan sebagai pengetahuan dalam penelitian sebelumnya.

METODOLOGI

Jenis Penelitian

Penelitian deskriptif non-eksperimental adalah jenis penelitian yang digunakan. Penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan sistematis untuk melakukan tinjauan literatur. Tahapannya yaitu merancang tinjauan, melakukan peninjauan, analisis dan

menulis ulasan. Standar PRISMA digunakan dalam pengumpulan data untuk *systematic literature review* (SLR).

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Data yang dikumpulkan harus memenuhi kriteria inklusi yang tercantum di bawah ini sesuai dengan strategi pencarian menggunakan kerangka PICOS:

- P (Population/Problem)* mengacu pada populasi atau isu yang akan dikaji berdasarkan tema penelitian.
- I (Intervention)* yaitu prosedur atau tindakan yang diterapkan pada populasi yang telah dipilih.
- C (Comparison/Control)* yaitu kelompok kontrol yang digunakan.
- (Outcome)* yaitu temuan penelitian terdahulu pada artikel penelitian yang dipilih.
- S (Study Design)* mengacu pada desain penelitian yang digunakan dalam suatu artikel.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
<i>Population</i>	Tongkol jagung (<i>Zea mays</i> L.)	Populasi bukan tongkol jagung (<i>Zea mays</i> L.)
<i>Intervention</i>	Pengujian pada tongkol jagung (<i>Zea mays</i> L.)	Pengujian selain pada tongkol jagung (<i>Zea mays</i> L.)
<i>Comparison/control</i>	Pemberian kontrol negatif atau positif	-
<i>Outcome</i>	- Kandungan senyawa dalam tongkol jagung yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan. - Aktivitas antioksidan tongkol jagung.	- Kandungan senyawa selain pada tongkol jagung. - Selain aktivitas antioksidan tongkol jagung.
<i>Study Design</i>	<i>Original Research</i> dan <i>full text</i> serta open access	Selain <i>original research</i> dan tidak <i>full text</i> serta tidak open access
<i>Publication Years</i>	2013-2023	<2013
<i>Language</i>	Bahasa inggris	Artikel tidak menggunakan bahasa inggris

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan temuan penelitian dari artikel akademik yang relevan. Peneliti menggunakan kata kunci *corn cob AND antioxidant* untuk mencari literatur sebagai bagian dari proses pengumpulan data. Selain itu, dalam proses pengumpulan data peneliti menggunakan database Scopus yang diakses melalui PoP (*Publis Or Perish*). Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data yang dikumpulkan dari penelitian sebelumnya dan bukan dari observasi langsung.

Screening

Screening artikel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *covidence*. Langkah pertama yaitu identifikasi adanya duplikat. Selanjutnya artikel disaring berdasarkan judul dan abstrak. Setelah itu, artikel disaring berdasarkan kelayakan sesuai dengan kriteria inklusi. Artikel yang terpilih yaitu (a) artikel *fulltext* (b) *open access* (c) *original research* (d) artikel yang sudah dipublikasikan dalam rentang tahun 2013-2023 (e) dalam bahasa

inggris (d) memberikan informasi yang relevan terkait aktivitas antioksidan ekstrak tongkol jagung (*Zea mays* L.) berdasarkan PICOS.

Ekstraksi Data

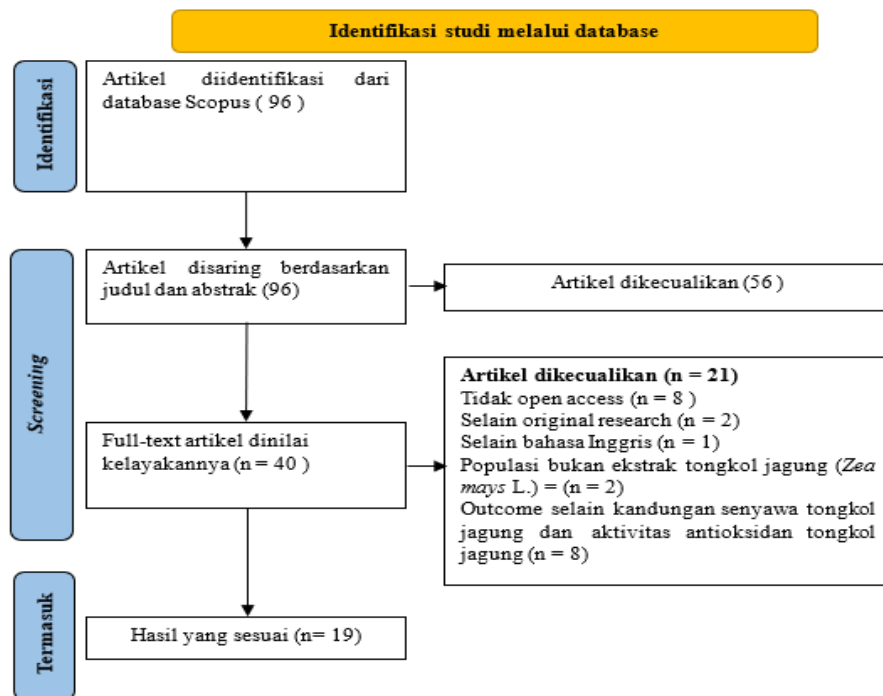
Jika data yang diperoleh telah melalui proses penyaringan dan sesuai dengan kriteria inklusi selanjutnya yaitu dilakukan ekstraksi data. Data diekstrak berdasarkan analisa PICOS. Hasil ekstraksi tersebut menunjukkan bahwa artikel sesuai syarat untuk dianalisis.

Sintesis Data

Pada penelitian ini, teknik naratif (meta-sintesis) digunakan dalam proses sintesis data. Meta-sintesis dilakukan dengan menggabungkan data penting yang diekstraksi. Kemudian, data yang diperoleh dikaji secara menyeluruh dan mendalam sehingga dapat ditarik kesimpulan lebih lanjut yang dapat memenuhi tujuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini hasil pencarian artikel disaring sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Berikut adalah hasil seleksi artikel dengan diagram alir PRISMA.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data berupa artikel yang sesuai dengan kata kunci yaitu corn cob AND antioxidant menggunakan data base Scopus melalui aplikasi *Publish or Perish* (PoP). Data yang dicari meliputi artikel yang diterbitkan antara tahun 2013-2023, sehingga diperoleh total 96 hasil. Artikel yang diperoleh dari PoP disaring menggunakan aplikasi covidence untuk memudahkan dalam mengidentifikasi

duplikat, seleksi judul dan abstrak, review full-text dan ekspor data. Hasil *screening* tidak ditemukan adanya duplikat dari data yang diimpor, pada *screening* judul dan abstrak terdapat 56 artikel yang dieksklusi karena tidak relevan dengan topik penelitian sehingga tersisa 40 artikel *full text* untuk dinilai kelayakannya sesuai kriteria inklusi. Sebanyak 8 artikel dieksklusi karena tidak *open access*, selain *original research* dieksklusi sebanyak 2 artikel, selain bahasa Inggris dieksklusi sebanyak 1 artikel dan artikel yang tidak sesuai kelengkapan PICOS yaitu sebanyak 10. Sehingga didapatkan sebanyak 19 artikel inklusi. Artikel yang sudah disaring selanjutnya dilakukan ekstraksi data berdasarkan PICOS. Kemudian data yang didapatkan disintesis dengan metode metasintesis.

Tabel 2. Kandungan Senyawa Tongkol Jagung

Pustaka	Senyawa
Carrera et al., 2023	Antosianin dan flavonol
Sánchez et al., 2023	Antosianin dan fenolik
Rodríguez-Miranda et al., 2022	Fenolik dan flavonoid
Ranilla et al., 2021	- Flavonoid (antosianin dan turunan quercetin) - Asam fenolik (asam ferulat)
Dewi et al., 2021	Fenolik dan flavonoid
Haslina et al., 2021	Fenol dan Tanin
Suryanto et al., 2020	Fenolik
Muangrat et al., 2018	Cyanidin dan asam galat
Hernández et al., 2018	Asam fenolik dan flavonoid
Kapcum & Uriyapongson, 2018	Tiga asam hidroksibenzoat (asam protocatechuic, asam 4-hidroksibenzoat dan asam vanilat), empat asam hidroksisinamat (asam p-coumaric, asam caffeic, asam ferulic, dan asam sinapic) dan dua flavonol (rutin dan quercetin)
Fusawat, P & Rakariyatham, 2017	Antosianin Asam ferulat
Fidrianny et al., 2016	Fenolik, flavonoid dan karotenoid
Monroya et al., 2016	Fenolik dan Antosianin (cyanidin-3-glukosida, peonidin-3-glukosida dan pelargonidin 3-glukosida)
Simla et al., 2016	Antosianin
Xie et al., 2016	Flavonoid
N. Kapcum et al., 2016	Antosianin, asam syrigat, asam ferulat, asam galat, asam vanilat dan asam 4-hidroksibenzoat
Melo-Silveira et al., 2014	Fenolik

Kandungan Senyawa dalam Tongkol Jagung sebagai Antioksidan

Salah satu limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan alami yaitu tongkol jagung. Pengujian manfaat tongkol jagung telah banyak dilakukan penelitian. Berdasarkan data yang dilaporkan dalam literatur ilmiah diketahui bahwa tongkol jagung memiliki kandungan senyawa sebagai antioksidan. Senyawa dalam tongkol jagung yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan antara lain :

Asam Fenolik

Potensi antioksidan asam fenolik dan kemampuan dalam pencegahan kerusakan sel akibat radikal bebas memberikan manfaat bagi kesehatan manusia. Asam fenolik berfungsi sebagai antioksidan (karena reaktivitas gugus fenol; substituen hidroksil pada cincin

aromatik). Ada beberapa mekanisme untuk aktivitas antioksidan asam fenolik, tetapi pembersihan radikal melalui donasi atom hidrogen dianggap sebagai mekanisme utama (Kumar and Goel, 2019). Asam fenolik dibagi menjadi dua sub-kelompok yaitu asam hidroksisinamat dan asam hidroksibenzoat.

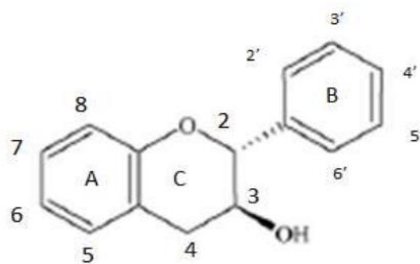
Pada penelitian Kapcum & Uriyapongson, 2018 empat asam hidroksisinamat (acid p-coumaric, asam caffeic, asam ferulic, dan asam sinapic) dan tiga asam hidroksibenzoat (asam protocatechuic, asam hidroksibenzoat dan asam vanilat) terdeteksi dalam tongkol jagung ungu. N. Kapcum et al., 2016 melaporkan bahwa asam syrigat merupakan senyawa fenolik yang dominan pada tongkol jagung berlilin ungu sedangkan asam ferulat, asam galat, asam vanilat dan asam 4-hidroksibenzoat ditemukan dalam jumlah yang lebih sedikit.

Dalam penelitian Hernández et al., 2018 dilakukan identifikasi senyawa dengan UPLC-Q/TOF-MS2 dalam ekstrak tongkol jagung merah yang diperoleh UEA yaitu asam fenolik (asam kafeat 4-O-heksosida, asam 5-O-caffeoylquinic dan asam p-Coumaric), hidroksikumarin (scopoletin) dengan aktivitas antioksidan tertinggi ditemukan pada waktu ekstraksi 60 menit dan rasio padat:cair 30 (b/v).

Flavonoid

Mekanisme kerja flavonoid secara langsung yaitu menghapus efek toksik dari radikal bebas dengan mendonorkan ion hidrogen. Sedangkan mekanisme secara tidak langsung yaitu meningkatkan ekspresi gen antioksidan endogen melalui beberapa mekanisme. Peningkatan gen yang berperan dalam sintesis enzim antioksidan endogen seperti gen SOD (*superoxide dismutase*) dapat terjadi salah satunya melalui aktivasi *nuclear factor erythroid 2 related factor 2* (Nrf2) (Sumardika and Jawi, 2012). Flavonoid yang ditemukan dalam tongkol jagung berdasarkan studi literatur yaitu flavonol dan antosianin.

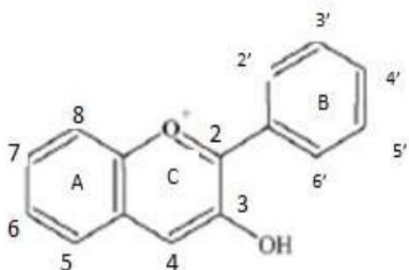
Dalam ekstrak murni tongkol jagung diidentifikasi adanya kandungan flavonol yaitu 3-O-rutinoside dan 3-O-glucoside dari kuersetin serta dua isomer kaempferol-3-O-hexoside yang merupakan flavonol utama dan dapat berkontribusi pada aktivitas antioksidan (Carrera et al., 2023). Mekanisme kerja flavonol sebagai antioksidan yaitu pada ikatan rangkap konjugasi nomor 2' dan 3' memiliki kemampuan untuk mengangkut elektron dari cincin B menuju radikal bebas dan memecah radikal bebas, sehingga gugus aromatic cincin B bertanggung jawab atas aktivitas flavonol (Makris et al., 2006 dalam Alfaridz et al., 2015).



Gambar 2. Struktur Kerangka Flavonol (Sumber : Kumar and Pandey, 2013)

Kuersetin merupakan salah satu senyawa flavonoid yang ditemukan dalam tongkol jagung dan termasuk dalam kelompok flavonols (Vo et al., 2020). Dalam penelitian Ranilla et al., 2021 turunan kuersetin ditemukan pada tongkol jagung ungu dan menunjukkan kandungan tertinggi yaitu 25,3–177,2 mg/100 g DW.

Antosianin dikenal sebagai senyawa antioksidan alami dan termasuk dalam kelompok flavonoid. Antosianin memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai antioksidan alami yang melawan radikal bebas. Karena adanya gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatic, antosianin memiliki kemampuan untuk menyumbangkan atom hidrogen ke radikal bebas. Ini adalah alasan antosianin memiliki sifat antioksidan (Castaneda-O, 2009 dalam Joseph et al., 2021). Dengan mekanisme menekan ekspresi vascular endothelial growth factor (VEGF), aktivasi protein kinase p38 mitogen, dan kinase pada c-Jun N-terminal (JNK), aktivitas farmakologi antosianidin memainkan peran penting dalam penyebab penyakit kardiovaskular (Oak *et al.*, 2006).



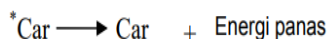
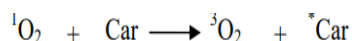
Gambar 3. Struktur Kerangka Antosianidin (Sumber : Cushnie and Lamb, 2005)

Hasil antosianin pada tongkol jagung ungu masing-masing sebesar 1.396 dan 5.575 g C3G ha-1 pada tahap konsumsi dan benih. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tongkol jagung lilin berwarna memiliki kapasitas antioksidan yang sangat baik, dan merupakan sumber antosianin yang menjanjikan untuk digunakan dalam industri makanan (Simla et al., 2016). Sedangkan pada penelitian Ranilla et al., 2021 total kandungan antosianin tongkol jagung ungu yaitu 1935,3–2894,5 mg C3G/100 g DW. Pada penelitian Kapcum & Uriyapongson, (2018) Cyanidin-3-glukosida merupakan antosianin utama dalam serbuk ekstrak tongkol jagung ungu, diikuti oleh peonidin-3- glukosida dan pelargonidin-3-glukosida. Penentuan kandungan antosianin dengan metode perbedaan Ph pada tongkol kering jagung lillin ungu didapatkan hasil optimal sampel kering 240,161 ug cyanidin-3-glukosida/g (Muangrat et al., 2018).

Karotenoid

Karotenoid termasuk kategori utama dalam fitokimia antioksidan. Senyawa ini dapat mengurangi ROS sehingga berperan sebagai prekursor retinol dan bersifat antioksidan (Meléndez-Martínez et al., 2022 dalam Sari & Mahastya, 2022). Dalam penelitian Fidrianny et al., 2016 total kandungan karotenoid pada tongkol jagung yaitu 1,18, 0,85 dan 0,72 masing-masing untuk ekstrak n-heksana, etil asetat dan ekstrak etanol.

Mekanisme kerja karotenoid sebagai antioksidan yaitu dengan menghilangkan singlet oksigen yang berpotensi berbahaya dan mengubahnya menjadi triplet oksigen. Karotenoid yang tereksitasi melepaskan panas, dan kemudian kembali menjadi karotenoid yang stabil. Mekanisme tersebut menunjukkan bahwa karotenoid digolongkan sebagai antioksidan sekunder karena bekerja dengan cara mengikat singlet oksigen dan mengubahnya ke bentuk triplet oksigen (Kurniawati, Soetjipto and Limantara, 2007).



Gambar 4. Mekanisme Kerja Karotenoid

Tanin

Tanin merupakan suatu senyawa yang sangat penting untuk melindungi tumbuhan dari hama dan herbivora, serta berfungsi sebagai pengatur metabolisme tumbuhan. Senyawa dengan rasa pahit, sepat, atau kelat ini memiliki kemampuan untuk bereaksi dan menggumpalkan protein atau senyawa organik lainnya yang mengandung asam amino dan alkaloid (Julianto, 2019). Haslina et al., 2021 melaporkan bahwa kandungan tanin dalam serbuk tongkol jagung berkisar antara 1,45-1,50 mg/L. Epigallocatechin gallate merupakan penyusun flavonoid sebagai antioksidan kuat selain kuersetin yang terkandung dalam tanin. Mekanisme kerja tanin sebagai antioksidan yaitu dengan mengkelat ion besi dan memperlambat oksidasi, sehingga dapat menghentikan pembentukan radikal bebas. Hal itu menunjukkan bahwa tanin berfungsi sebagai antioksidan sekunder (Fithriani *et al.*, 2015).

Metode untuk Mengevaluasi Aktivitas Antioksidan

Ada berbagai metode untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan. Fidrianny et al., 2016 melaporkan bahwa metode aktivitas antioksidan yang berbeda dapat memberikan hasil yang berbeda, sehingga penentuan aktivitas antioksidan harus diukur menggunakan metode yang berbeda secara paralel. Metode pengujian antioksidan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dan CUPRAC (Cupric Reducing Antioksidan Capacity) tidak memberikan hasil yang linier pada aktivitas antioksidan ekstrak tongkol jagung. Aktivitas pemulungan DPPH pada ekstrak n-heksana, ekstrak etil asetat dan ekstrak etanol masing-masing 11,8, 275,3 dan 154,4 $\mu\text{g/ml}$. Sedangkan EC50 kapasitas CUPRAC dalam ekstrak n-heksana, ekstrak etil asetat dan ekstrak etanol masing-masing adalah 403,7, 218,1 735,0 $\mu\text{g/ml}$. Sampel yang memiliki IC50 atau EC50 lebih rendah dari 50 $\mu\text{g/ml}$ merupakan antioksidan yang sangat kuat, 50-100 $\mu\text{g/ml}$ merupakan antioksidan yang kuat, 101- 150 $\mu\text{g/ml}$ merupakan antioksidan sedang, sedangkan antioksidan lemah dengan IC50 lebih besar dari 150 $\mu\text{g/ml}$.

Dalam penelitian Dewi et al., 2021 prinsip pengukuran metode DPPH didasarkan pada kemampuan senyawa untuk mengalami penurunan intensitas warna radikal DPPH dengan menghitung tingkat absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Parameter untuk menginterpretasikan suatu senyawa memiliki kemampuan aktivitas antioksidan adalah nilai IC50. Nilai IC50 yang semakin kecil menunjukkan bahwa senyawa tersebut lebih aktif sebagai antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol memiliki parameter nilai IC50 38,57 $\mu\text{g/ml}$. Sedangkan vitamin C sebagai kontrol positif memiliki aktivitas antioksidan yang lebih besar dengan nilai IC50 sebesar 3,55 $\mu\text{g/ml}$. Aktivitas penghambatan radikal bebas tergantung pada jumlah dan jenis senyawa fenolik seperti antosianin dan bahkan karotenoid dan faktor agro-lingkungan lain yang dipapar tanaman, seperti infeksi, radiasi UV, kondisi lingkungan, antara lain suhu rendah, kekeringan, dan cekaman air yang membuat tanaman menghasilkan metabolit sekunder sebagai mekanisme pertahanan terhadap kondisi cekaman dan sebagai agen pelindung

terhadap patogen (Mex-Alvarez et al., 2013 dalam Rodríguez-Miranda et al., 2022). Penelitian Rodríguez-Miranda et al., 2022 melaporkan bahwa tongkol jagung putih (229,20 mg GAE/100 g) menunjukkan jumlah fenol yang lebih besar ($P < 0,05$) daripada tongkol jagung ungu (145,48 mg GAE/100 g).

Dalam penelitian Haslina, 2021 dilaporkan bahwa senyawa fenol mudah teroksidasi dan peka terhadap panas sehingga proses pengeringan matahari dapat menurunkan kandungan senyawa fenol. Senyawa fenolik yang terpapar oksigen dalam waktu lama akan teroksidasi sehingga menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan dan penurunan jumlah total fenol. Selain berpengaruh terhadap fitokimia, waktu pengeringan juga berpengaruh terhadap sifat fisik dan kandungan gizi. Tongkol jagung yang dijadikan serbuk dengan lama pengeringan 7 jam memiliki sifat fisik terbaik dengan total fenol 113,30 mg/100mg, aktivitas antioksidan pada 21,28% dan tanin sebesar 1,46 mg/L. Sedangkan dalam penelitian (Kapcum & Uriyapongson.,2018) dilaporkan bahwa fitokimia dalam tongkol jagung ungu berlilin (WPC) cenderung terdegradasi selama penyimpanan sehingga dilakukan evaluasi berbagai kandungan antosianin dan fenolik, serta AOA serbuk ekstrak WPC menggunakan hidrokisipropil beta-siklodekstrin (HP β CD) sebagai agen pembawa selama penyimpanan pada suhu dingin (4 °C) dan suhu kamar (30 °C selama 60 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa kandungan total senyawa fenolik dan (aktivitas antioksidan) AOA tetap stabil selama penyimpanan; sementara itu, kandungan total antosianin menurun, menunjukkan bahwa fenolat merupakan penyumbang utama AOA.

Monroya et al., 2016 melakukan percobaan untuk menentukan komposisi ekstrak tongkol jagung ungu menggunakan pelarut karbon dioksida superkritis (scCO₂). Hasil terbaik total fenolat (TP) dan total flavonoid (TF) tinggi diperoleh pada langkah ketiga dengan menggunakan air sebagai pelarut. Total fenolat 296 dan 302 mg GAE/g untuk ekstrak tongkol dan kulit jagung. Total flavonoid tinggi yaitu dengan nilai masing-masing 93,06 dan 189,57 mg CE/g untuk ekstrak tongkol dan kulit. Ekstrak air menyajikan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi yaitu dengan nilai EC₅₀ terendah, 35,3 mg/MI untuk tongkol jagung.

Dalam proses ekstraksi Sánchez et al., 2023 melaporkan bahwa ekstraksi senyawa bioaktif dengan tekanan isostatik tinggi dapat digunakan sebagai metode alternatif baru dan ramah lingkungan. Selain itu, Muangrat et al.,2018 melaporkan bahwa ekstraksi dengan bantuan ultrasound adalah teknologi berharga yang dapat secara efisien meningkatkan kinerja ekstraksi antosianin total dan senyawa fenolik total tanpa menggunakan pelarut beracun. Ekstraksi dengan bantuan ultrasound (UAE) adalah teknik yang memberikan proses ekstraksi yang efisien dalam waktu singkat. Hal itu dikarenakan ekstraksi senyawa dari bahan tanaman, termasuk tongkol jagung membutuhkan proses yang lama sehingga dapat menyebabkan degradasi dan hilangnya aktivitas antioksidan (Hernández et al., 2018).

Potensi Tongkol Jagung sebagai Antioksidan

Melo-Silveira et al., 2014 menyatakan bahwa ekstrak methanol MEC menunjukkan aktivitas antiproliferasi terhadap sel kanker, dan kemungkinan mekanisme kerjanya terkait dengan perubahan jumlah protein yang terlibat dalam proses kematian sel. Beberapa penelitian telah menunjukkan hubungan antara aktivitas antioksidan dan antiproliferasi senyawa dari sumber tanaman. Antioksidan diperlukan untuk menghentikan penyebaran

ROS dan peranannya lebih mungkin untuk menyelamatkan sel yang tidak terpengaruh berdekatan dengan sel kanker dan membatasi ekspansi tumor (Yong *et al.*, 2013).

Selain itu, Xiu *et al.*, 2023 melaporkan bahwa polisakarida yang berasal dari tongkol jagung manis dapat digunakan sebagai suplemen besi (III) potensial untuk membuat kompleks polisakarida-besi (III) dengan bioaktivitas tinggi. Polisakarida dapat menurunkan kadar gula darah dengan menghambat α -glukosidase dan α -amilase, yang mengurangi produksi glukosa dalam tubuh. Demikian juga, polisakarida dapat mengurangi produksi glukosa dalam tubuh dengan menghambat α -glukosidase dan α -amilase, sehingga mengendalikan peningkatan kadar gula. Mekanisme aktivitas antioksidan kompleks polisakarida-besi (III) tongkol jagung manis ada dua. Pertama, $\dot{Y}OH$ polisakarida dalam kompleks dapat dipasangkan dengan elektron pasangan elektron bebas radikal dan dengan demikian memiliki aktivitas pemulungan radikal bebas. Selain itu, mungkin juga bahwa inti besi $\dot{Y}-FeOOH$ stabil yang terbentuk setelah kompleks polisakarida-besi (III) tongkol jagung manis lebih stabil dalam struktur spasial daripada SCCP, yang bermanfaat untuk kapasitas antioksidan polisakarida (Yao *et al.*, 2019 dalam Xiu *et al.*, 2023).

Dalam penelitian Yu *et al.*, 2015 tongkol jagung memiliki aktivitas prebiotik *in vitro* xylooligosaccharides (XOS) dan memiliki aktivitas antioksidan bila dikombinasikan dengan *Lactobacillus plantarum*. XOS yang dikombinasikan dengan *L. plantarum* S2 memiliki aktivitas pemulungan radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil, 2,2'-azino-bis, dan anion superoksida yang signifikan, dan kombinasi tersebut menunjukkan hasil yang lebih baik. XOS yang dikombinasikan dengan *L. plantarum* S2 menunjukkan aktivitas pemulungan radikal ABTS yang lebih kuat daripada XOS atau *L. plantarum* S2 saja pada kisaran 0,5–4,0 mg/ml.

Selain itu, Suryanto *et al.*, 2020 melaporkan bahwa asap cair yang diperoleh dari bahan biomassa khususnya tongkol jagung dapat dimanfaatkan untuk antioksidan. Presentase pemulungan radikal bebas untuk distilasi fraksional, distilasi sederhana dan CLS (asap cair mentah) masing-masing adalah 67,14, 65,66 dan 72,22%. Hasil analisis CLS diperoleh enam senyawa fenolik, antara lain fenol, 1,2-benzenediol (pirokatekol), 2-metoksifenol (kresol), 1,4-benzenediol (hidrokuinon), 2,6-dimetoksifenol (syringol) dan vanilin. Persentase dari kandungan fenol keseluruhan adalah 8,15%.

KESIMPULAN

Tongkol jagung (*Zea mays* L.) memiliki aktivitas antioksidan berdasarkan studi literatur. Kandungan senyawa pada tongkol jagung (*Zea mays* L.) yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan antara lain karotenoid, tanin, asam fenolik seperti asam hidroksisinamat dan asam hidroksibenzoat serta flavonoid seperti flavonol dan berbagai jenis antosianin. Penelitian secara *in vitro* maupun *in vivo* mengenai tongkol jagung (*Zea mays* L.) di wilayah Kabupaten Sorong perlu dilakukan untuk menguji efek atau potensinya sebagai antioksidan alami yang bernilai ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

Alfaridz, F. and Amalia, R. (2015) 'Review Jurnal : Klasifikasi dan Aktivitas Farmakologi dari Senyawa Aktif Flavonoid', *Farmaka*, 16, pp. 1–9.

- Alnajjar, Z.A.A. *et al.* (2012) 'Acute Toxicity Evaluation, Antibacterial, Antioxidant and Immunomodulatory Effects of *Melastoma malabathricum*', *molecules*, 17, pp. 3547–3559. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules17033547>.
- Berawi, K.N. and Marini, D. (2018) 'Efektivitas Kulit Batang Bakau Minyak (*Rhizophora apiculata*) sebagai Antioksidan', *agromedicine*, 5, pp. 412–417.
- BPS Kabupaten Sorong (2022) *Kabupaten Sorong dalam Angka 2022*.
- Carrera, E.J. *et al.* (2023) 'Revalorization of Colombian Purple Corn *Zea mays* L. by-Products Using Two-Step Column Chromatography', *Food Research International*, 169, pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112931>.
- Dewi, I.K. *et al.* (2021) 'Total Phenolic and Flavonoid Content, Free Radical Scavenging Activity and Tyrosinase Inhibition Of Corn Cob (*Zea mays*) Extract', *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 13(2), pp. 99–102.
- Fidrianny, I., Eriani, W. and Hartati, R. (2016) 'In Vitro Antioxidant Activity of Different Organs Extracts of Corn Grown in Cimahi-West Java-Indonesia', *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(6), pp. 1025–1032.
- Fithriani, D. *et al.* (2015) 'Uji Fitokimia, Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Mikroalga *Spirulina* sp., *Chlorella* sp., dan *Nannochloropsis* sp.', *JPB Kelautan dan Perikanan*, 10, pp. 101–109.
- Fusawat, P & Rakariyatham, N. (2017) 'Optimization of autoclave and microwave assisted alkaline hydrolysis for release of ferulic acid from biomass', *Chiang Mai Journal of Science*, 44(3), pp. 993–1001.
- Haslina, Nazir, N. and Sampurno, A. (2021) 'Different Drying Duration of Corncobs Powders and Its Effects on Physical , Nutritional and Phytochemical', *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 11(3), pp. 1232–1238.
- Hernandez, M. *et al.* (2018) 'UPLC-ESI-QTOF-MS2-Based Identification and Antioxidant Activity Assessment of Phenolic Compounds from Red Corn Cob (*Zea mays* L.)', *Molecules*, 23, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules23061425>.
- Joseph, H., Kunnaryo, B. and Wikandari, R. (2021) 'Antosianin dalam Produksi fermentasi dan Peranannya sebagai Antioksidan', *UNESA Journal of Cemistry*, 10(1), pp. 24–36.
- Julianto, T.S. (2019) *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan SKrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kapcum, C. and Uriyapongson, J. (2018) 'Effects of Storage Conditions on Phytochemical and Stability of Purple Corn Cob Extract Powder', *Food Science and Technology (Brazil)*, 38, pp. 301–305. Available at: <https://doi.org/10.1590/1678-457x.23217>.
- Kapcum, N. *et al.* (2016) 'Anthocyanins , Phenolic Compounds and Antioxidant Activities in Colored Corn Cob and Colored Rice Bran', *International Food Research Journal*, 23, pp. 2347–2356.

- Kumar, N. and Goel, N. (2019) 'Phenolic Acids: Natural Versatile Molecules With Promising Therapeutic Applications', *Biotechnology Reports*, 24, p. e00370. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370>.
- Kurniawati, P.T., Soetjipto, H. and Limantara, L. (2007) 'Antioxidant and Antibacterial Activities of Bixin Pigment from Annatto (*Bixa orellana* L.) Seeds', *Indonesian Journal of Chemistry*, 7(1), pp. 88–92.
- Lamina, S. *et al.* (2013) 'Effects of Free Radicals and Antioxidants on Exercise Performance', *Oxidants and Antioxidants in Medical Science*, 2(2), pp. 83–91. Available at: <https://doi.org/10.5455/oams.010413.rv.005>.
- Lumempouw, L.I. *et al.* (2012) 'Potensi Antioksidan dari Ekstrak Etanol Tongkol Jagung (*Zea mays* L.)', *Jurusan Kimia Universitas Sam Ratulangi Manado*, 5, pp. 49–56.
- Meléndez-Martínez, A.J. *et al.* (2020) 'A Comprehensive Review on Carotenoids in Foods and Feeds: Status Quo, Applications, Patents, and Research Needs', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(8), pp. 1–51. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867959>.
- Melo-Silveira, R.F. *et al.* (2014) 'Antioxidant and Antiproliferative Activities of Methanolic Extract from a Neglected Agricultural Product: Corn Cobs', *molecules*, 19(4).
- Monroy, Y.M. *et al.* (2016) 'Optimization of The Extraction of Phenolic Compounds from Purple Corn Cob (*Zea mays* L.) by Sequential Extraction using Supercritical Carbon Dioxide, Ethanol and Water as Solvents', *Journal of Supercritical Fluids*, 107, pp. 250–259. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2016.04.011>.
- Muangrat, R., Pongsirikul, I. and Blanco, P.H. (2017) 'Ultrasound Assisted Extraction of Anthocyanins and Total Phenolic Compounds from Dried Cob of Purple Waxy Corn using Response Surface Methodology', *Journal of Food Processing and Preservation*, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13447>.
- Oak, M. *et al.* (2006) 'Delphinidin and Cyanidin Inhibit PDGF AB -Induced VEGF Release in Vascular Smooth Muscle Cells by Preventing Activation of p38 MAPK and JNK', *British Journal of Pharmacology*, 149, pp. 283–290. Available at: <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0706843>.
- Ranilla, L.G. *et al.* (2021) 'Primary and Phenolic Metabolites Analyses , In Vitro Health-Relevant Bioactivity and Physical Characteristics of Purple Corn (*Zea mays* L .) Grown at Two Andean Geographical Locations', *Metabolites*, 11, pp. 1–19.
- Rodríguez-Miranda, J. *et al.* (2022) 'Phytochemical Screening, Polyphenols Content and Antioxidant Activity of by-Products of Two Corn Variety', *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35(10), pp. 806–814. Available at: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i10.2930>.
- Sánchez, J.S.G. *et al.* (2023) 'Extraction of Bioactive Compounds from Peruvian Purple Corn Cob by High Isostatic Pressure', *Scientia Agropecuaria*, 14(1), pp. 49–57. Available at: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.005>.

- Sari, N.P.E.F. and Mahastya, W.C. (2022) 'Terapi Antioksidan sebagai Nefroprotektor', *Essence of Scientific Medical Journal*, 20(2), pp. 81–86.
- Simla, S., Boontang, S. and Harakotr, B. (2016) 'Anthocyanin Content, Total Phenolic Content, and Antiradical Capacity in Different Ear Components of Purple Waxy Corn at Two Maturation Stages', *Australian Journal of Crop Science*, 10(5), pp. 675–682. Available at: <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.05.p7389>.
- Stanković, M. and Radovanović, D. (2012) 'Oxidative Stress and Physical Activity', *SportLogia*, 8(1), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.5550/sgia.120801.en.001S>.
- Sumardika, I.W. and Jawi, I.M. (2012) 'Ekstrak Air Daun Ungu Memperbaiki Profil Lipid dan Meningkatkan Kadar SOD Darah Tikus yang diberi Makanan Tinggi Kolesterol', *Jurnal Ilmiah Kedokteran Medicina*, 43(2), pp. 19–24. Available at: <http://erepo.unud.ac.id/id/eprint/2394/1/666dea7c1979bb33406d9e46528e97ec.pdf>.
- Suryanto, E., Taroreh, M.R.I. and Momouat, L.I. (2020) 'Purification and Characterizing of Phenolic Antioxidant from Corncob Liquid Smoke', *Asian Journal of Chemistry*, 32(12), pp. 2985–2990. Available at: <https://doi.org/10.14233/ajchem.2020.22486>.
- Vo, T.T.T. *et al.* (2020) 'The Promising Role of Antioxidant Phytochemicals in the Prevention and Treatment of Periodontal Disease via the Inhibition of Oxidative Stress Pathways : Updated Insights', *MDPI*, 9, pp. 1–28.
- Werdhasari, A. (2014) 'Peran Antioksidan Bagi Kesehatan', *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 3(2), pp. 59–68.
- Xie, X., Zhao, G. and Li, C. (2016) 'Optimization of Ultrasonic-Assisted Extraction Total Flavonoids from Corn Cob Using Response Surface Method', *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 8(1), pp. 175–183.
- Xiu, W. *et al.* (2023) 'Structural Characterization, In Vitro Digestion Property, and Biological Activity of Sweet Corn Cob Polysaccharide Iron (III) Complexes', *Molecules*, 28, pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules28072961>.
- Yong, Y.K. *et al.* (2013) 'Clinacanthus nutans Extracts Are Antioxidant with Antiproliferative Effect on Cultured Human Cancer Cell Lines', *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, pp. 2–28.
- Yu, X. *et al.* (2015) 'Prebiotic Potential of Xylooligosaccharides Derived from Corn Cobs and Their In Vitro Antioxidant Activity When Combined with Lactobacillus', *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(7), pp. 1084–1092. Available at: <https://doi.org/10.4014/jmb.1501.01022>.