

Kajian Terkini Tentang *Anacardium occidentale* (Pokok Gajus) Sebagai Tumbuhan Ubatan Berpotensi Tinggi

An updated review on Anacardium occidentale as a high potential medicinal plant

Syafeera Husna Hamzah¹, Roseanne Peter², Hamizah Shahirah Hamezah¹, Qamar Uddin Ahmed³, Murni Nazira Sarian^{1*}

¹Institut Biologi Sistem, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bandar Baru Bangi, Selangor, Malaysia

²Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bandar Baru Bangi, Selangor, Malaysia

³Drug Discovery and Synthetic Chemistry Research Group, Department of Pharmaceutical Chemistry, Kulliyah of Pharmacy, International Islamic University Malaysia, Jalan Sultan Ahmad Shah, 25200 Kuantan, Pahang DM, Malaysia

Email: ¹a187783@siswa.ukm.edu.my, ²a195722@siswa.ukm.edu.my, ³hamizahshahirah@ukm.edu.my, ⁴quahmed@iium.edu.my, ⁵murninazira@ukm.edu.my

Anacardium occidentale (pokok gajus) ialah tumbuhan tropika daripada famili Anacardiaceae yang banyak ditanam di kawasan beriklim panas seperti Asia Tenggara, Afrika Barat dan Amerika Selatan. Selain mempunyai nilai ekonomi melalui penghasilan kacang gajus, tumbuhan ini turut digunakan secara tradisional oleh pelbagai komuniti untuk merawat masalah kesihatan seperti cirit-birit, sakit tekak, luka, gangguan kulit, hipertensi dan diabetes. Hampir semua bahagian pokok termasuk daun, kulit batang, buah, biji dan akar telah digunakan dalam amalan etnomedik dengan pelbagai kaedah penyediaan. Kajian fitokimia menunjukkan bahawa *A. occidentale* kaya dengan metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, tanin, terpenoid dan alkaloid, yang menyumbang kepada pelbagai aktiviti farmakologi termasuk antioksidan, anti-radang, antidiabetik, antihipertensi, antibakteria, antifungi, antikanser, penyembuhan luka serta perlindungan kardiovaskular. Keberkesanan bioaktiviti ini didapati dipengaruhi oleh teknik pengekstrakan dan jenis pelarut yang digunakan, kerana variasi kaedah menghasilkan profil fitokimia yang berbeza. Selain itu, beberapa penilaian klinikal awal turut menunjukkan potensi terapeutik, khususnya dalam mengurangkan risiko kardiovaskular, penanda keradangan, kadar glukosa darah dan biomarker kolesterol bukan HDL. Walaupun penyelidikan in vitro, in vivo dan percubaan klinikal awal menunjukkan hasil yang memberangsangkan, namun, penyelidikan lanjutan masih diperlukan untuk menilai keberkesanan antara kaedah pengekstrakan, memperkukuh bukti preklinikal dan klinikal, serta meneroka potensi bioteknologi *A. occidentale*. Penemuan sedia ada bukan sahaja menyokong penggunaan tradisional *A. occidentale*, malah mengukuhkan asas saintifik bagi pembangunan produk herba moden. Oleh itu, artikel ulasan ini menghimpunkan dan membincangkan maklumat terkini mengenai penggunaan tradisional, kandungan fitokimia, aktiviti farmakologi dan bukti klinikal berkaitan *A. occidentale*, sekali gus menonjolkan potensinya sebagai sumber terapeutik semula jadi untuk penyelidikan dan aplikasi klinikal pada masa hadapan.

Kata Kunci: *Anacardium occidentale*; pokok gajus; produk semula jadi; fitokimia; aktiviti farmakologi.

ABSTRACT

Anacardium occidentale (cashew tree) is a tropical species from the Anacardiaceae family widely cultivated in Southeast Asia, West Africa, and South America. Besides its economic value through cashew nut production, it has long been used in traditional medicine by local communities to treat ailments such as diarrhea, sore throat, wounds, skin disorders, hypertension and diabetes. Almost every part of the plant including leaves, bark, fruit, seeds, and roots has been utilized in ethnomedicine through various preparations. Phytochemical investigations have confirmed that *A. occidentale* is rich in secondary metabolites including flavonoids, phenolics, tannins, terpenoids and alkaloids which are responsible for multiple biological effects. These compounds contribute to key pharmacological activities such as antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, antihypertensive, antibacterial, antifungal, anticancer, wound healing and cardioprotective properties. The bioactivity of the plant is influenced by extraction methods and solvents as different approaches yield distinct phytochemical profiles. Preliminary clinical evaluations further indicate its therapeutic promise particularly in regulating blood glucose in type 2 diabetes patients and promoting wound healing. Although *in vitro*, *in vivo*, and early clinical studies have shown promising results, further research is needed to evaluate the effectiveness across different extraction methods, strengthen preclinical and clinical evidence, and explore the biotechnological potential of *A. occidentale*. Such findings not only validate the traditional uses of *A. occidentale* but also strengthen the scientific foundation for its potential development into herbal-based pharmaceuticals. This review compiles and emphasizes the updated knowledge on the traditional applications, phytochemical content, pharmacological activities and clinical evidence of *A. occidentale*, highlighting its potential as a natural therapeutic resource for future research and clinical applications.

Keywords: *Anacardium occidentale*; cashew tree; natural products; phytochemicals; pharmacological activities.

PENGENALAN

Anacardium occidentale (*A. occidentale*) yang lebih dikenali sebagai pokok gajus merupakan spesies tropika daripada famili Anacardiaceae yang berasal dari Brazil tetapi kini boleh juga ditemui di negara-negara Asia Tenggara, India, Portugal dan Afrika (Sassi et al., 2022). Ia merupakan pokok malar hijau dengan kanopi bercabang rendah dan bersaiz sederhana. Secara puratanya, pertumbuhan *A. occidentale* mencapai ketinggian sehingga 5 ke 9 m dan mempunyai lebar 12 ke 14 m. Namun begitu, pemerhatian mendapati bahawa terdapat sesetengah pokok *A. occidentale* yang boleh mencapai ketinggian sehingga 15 ke 20 m lebar (Paiva et al., 2009). Selain itu, *A. occidentale* juga merupakan spesies pokok pelbagai guna yang tahan lasak, tahan kemarau serta mempunyai kadar pertumbuhan yang cepat (Dakuyo et al., 2022). Rajah 1 menunjukkan gambar pokok, daun, buah, batang dan bunga bagi *A. occidentale*.

Ekstrak *A. occidentale* digunakan secara terapeutik bagi tujuan rawatan pelbagai penyakit termasuklah keradangan, diabetes, arteriosklerosis dan penyakit yang melibatkan saluran pernafasan serta gangguan neurodegeneratif (De Carvalho Nilo Bitu et al., 2015). Ia juga dipercayai mempunyai potensi dalam merawat penyakit seperti kanser yang dianggap sebagai satu masalah kesihatan serius yang membelenggu masyarakat dunia (A. R. Costa et al., 2020). Justeru itu, pelbagai kaedah pengekstrakan bahagian-bahagian yang berbeza daripada *A. occidentale* seperti kulit batang, buah dan daun banyak digunakan dalam kajian berkenaan potensi tumbuhan ini (Sassi et al., 2022). Kajian mendapati bahawa bahagian berbeza *A. occidentale* dipercayai mempunyai beberapa sumber nutrien yang berlainan. Antaranya adalah alkaloid, flavonoid, tanin, saponin serta steroid (Tafinta et al., 2020).



Rajah 1: A) Pokok B) Daun C) Buah D) Batang E) Bunga

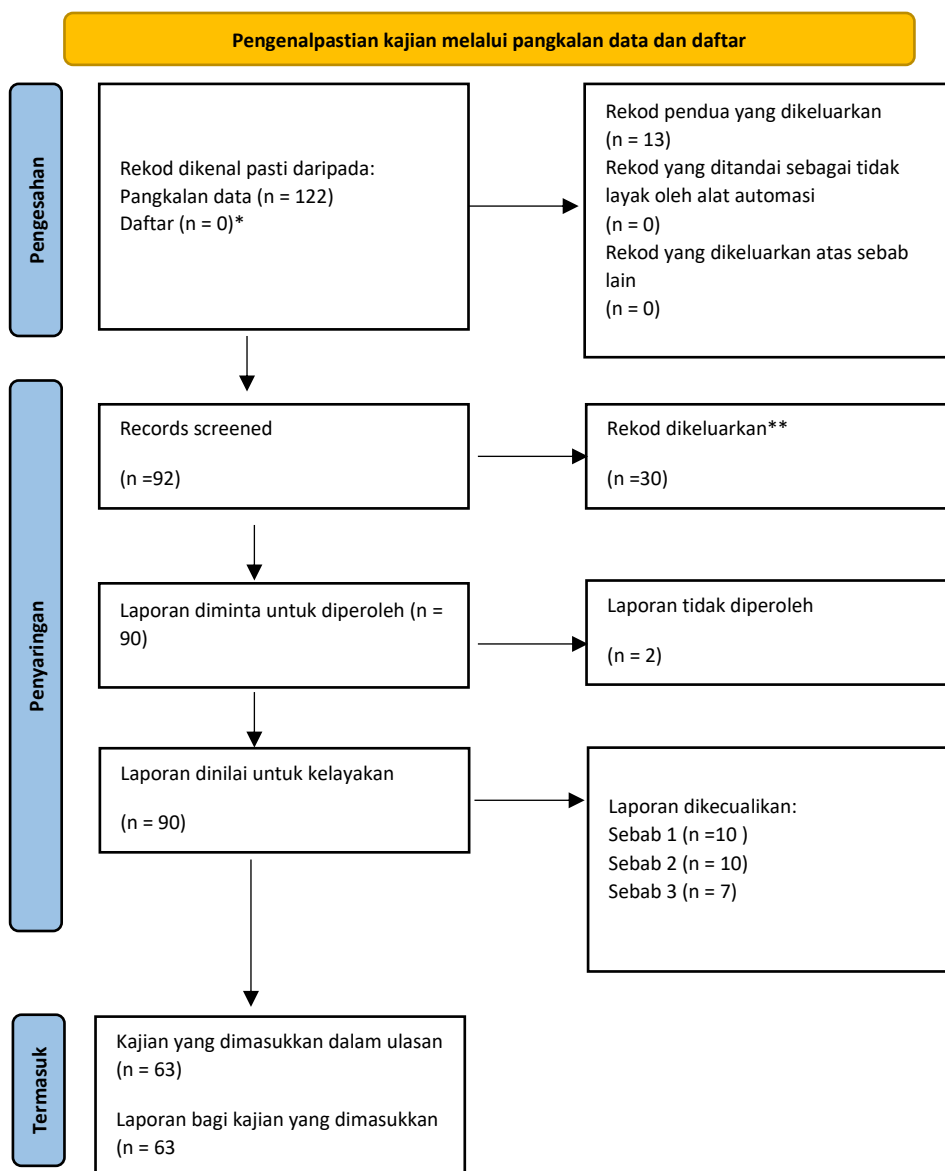
Menariknya, keberkesanan ekstrak tumbuhan ini bergantung dengan ketara pada kaedah pengekstrakan serta jenis pelarut yang digunakan, kerana setiap kaedah berpotensi menghasilkan variasi dalam kandungan sebatian bioaktif (Vijayakumar & Kalaichelvan, 2011). Selain bukti daripada kajian in vitro dan in vivo yang semakin meningkat, terdapat juga percubaan awal yang menilai kesan ekstrak *A. occidentale* dalam konteks klinikal. Walaupun penyelidikan in vitro, in vivo dan percubaan klinikal awal telah memberikan hasil yang memberangsangkan, kajian lanjut masih diperlukan untuk memahami keberkesanan antara kaedah pengekstrakan, kajian preklinikal dan ujian klinikal serta mechanism laluan molekul dan potensi bioteknologi *A. occidentale*. Oleh itu, artikel ulasan ini bertujuan menyusun dan membincangkan secara menyeluruh maklumat terkini berkaitan *A. occidentale*, merangkumi kegunaan tradisional, kandungan fitokimia mengikut kaedah pengekstrakan, aktiviti farmakologi utama, serta bukti awal daripada kajian klinikal, bagi menyokong pemahaman saintifik yang lebih mendalam dan memacu pembangunan terapeutik pada masa hadapan.

METODOLOGI KAJIAN (PRISMA)

Ulasan ini disusun berpandukan garis panduan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) bagi memastikan ketelusan dan kebolehpercayaan metodologi. Pencarian literatur dilakukan di pangkalan data elektronik utama termasuk PubMed, Scopus, Web of Science, dan Google Scholar, menggunakan kata kunci seperti "*Anacardium occidentale*", "cashew tree", "phytochemicals", "pharmacological activities", dan "clinical studies". Tempoh kajian yang disertakan merangkumi artikel yang diterbitkan antara tahun 2005 hingga 2025.

Proses pemilihan artikel dijalankan secara berperingkat. Pertama, artikel disaring berdasarkan tajuk dan abstrak untuk mengenal pasti yang relevan dengan topik kajian. Kedua, teks penuh artikel dinilai untuk memastikan ia memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan, iaitu artikel peer-reviewed yang membincangkan aktiviti farmakologi, kandungan fitokimia, kajian klinikal, dan potensi bioteknologi *A. occidentale*. Ketiga, penapisan terakhir dilakukan untuk menghapuskan artikel yang duplikat atau tidak relevan. Kriteria eksklusi termasuk artikel dengan data tidak lengkap, sumber bukan saintifik, dan ulasan terdahulu.

Daripada 122 artikel yang disaring, sebanyak 63 artikel dipilih untuk dimasukkan dalam ulasan ini berdasarkan kesesuaian dengan objektif kajian. Data diekstrak secara sistematik, merangkumi bahagian tumbuhan yang dikaji, jenis ekstrak, kaedah kajian (in vitro, in vivo, atau klinikal), mekanisme tindakan, dapatan utama, dan had kajian. Analisis data dilakukan secara deskriptif dan tematik untuk mengenal pasti corak aktiviti farmakologi, hubungannya dengan kandungan fitokimia, serta jurang penyelidikan, termasuk potensi bioteknologi yang masih kurang diterokai. Carta alir PRISMA yang menggambarkan proses penyaringan dan pemilihan artikel telah disediakan sebagai Rajah 2. Dengan pendekatan ini, ulasan ini bukan sahaja menyusun maklumat secara sistematik tetapi juga memberikan gambaran jelas tentang bukti saintifik semasa, sekaligus menonjolkan keperluan untuk penyelidikan lanjut yang lebih mendalam mengenai mekanisme farmakologi, keselamatan dan keberkesanan klinikal *A. occidentale*.



Rajah 2: Carta Alir PRISMA Ulasan Sistematik**KEGUNAAN TRADISIONAL BAGI *Anacardium occidentale***

Selain terkenal dengan kacangnya yang enak dan rangup, *A. occidentale* turut mengandungi pelbagai sebatian bioaktif yang berbeza di setiap bahagian pokoknya yang bermanfaat terhadap kepada kesihatan manusia. Hampir keseluruhan bahagian tumbuhan ini, termasuk daun, kulit batang, biji, buah dan kulit biji telah digunakan secara tradisional oleh pelbagai komuniti untuk merawat pelbagai masalah kesihatan. Bahagian boleh dimakan seperti kacang, buah dan testanya kaya dengan pelbagai sebatian fitokimia yang unik. Kacangnya mengandungi asid lemak manakala testa dan buahnya pula kaya dengan polifenol dan karotenoid. Sebatian bioaktif ini dikaitkan dengan pelbagai kesan terapeutik seperti antitumor, antioksidan, perlindungan sistem saraf dan kardiovaskular serta kesan antidiabetik dan gastroprotektif (Chen et al., 2023).

Penggunaan *A. occidentale* dalam amalan perubatan tradisional amat meluas dan pelbagai bergantung kepada budaya tempatan dan bahagian tumbuhan yang digunakan. Di Nigeria, *A. occidentale* telah dikenalpasti sebagai salah satu komponen dalam formulasi herba tradisional yang digunakan untuk merawat penyakit kanser (Taiwo et al., 2017). Tambahan pula, daun matang *A. occidentale* digunakan secara tradisional untuk merawat bengkak di badan akibat reumatisme dan artritis di mana daun tumbuhan ini dihiris dan direndam dalam arak tempatan (gin) dan kemudiannya disapu pada bahagian tubuh yang bengkak. Kaedah ini dipercayai dapat membantu mengurangkan keradangan (Erhenhi et al., 2016). Sementara itu, di Brazil pula daun *A. occidentale* digunakan untuk merawat pelbagai masalah kesihatan seperti ekzema, psoriasis, scrofula, dispepsia, masalah genital dan penyakit kelamin. Ia juga digunakan untuk merawat mati pucuk, bronkitis, batuk, kolik usus, leishmaniasis serta gangguan kulit yang berkait dengan sifilis (Rajesh et al., 2015).

Di Asia Tenggara, daun muda *A. occidentale* diambil secara tradisional sebagai sebahagian daripada diet kerana ia dipercayai berpotensi merawat penyakit diabetes melitus jenis. Potensi ini dikaitkan dengan kandungan polifenolnya yang tinggi yang telah terbukti memainkan peranan dalam mengawal kandungan glukosa dalam darah (Sassi et al., 2022). Malah, penggunaan kulit batang pokok gajus sebagai rawatan tradisional bagi diabetes melitus jenis II turut direkodkan dalam kalangan masyarakat Eropah khususnya di Portugal di mana ia telah digunakan selama lebih tiga dekad. Penyediaan herba tradisional masyarakat Portugis adalah berasaskan ekstrak akueus kulit batang pokok gajus yang diambil secara oral setiap hari. Walaupun tidak berdaftar dan diklasifikasikan secara rasmi sebagai ubat berlesen, penggunaannya tetap berterusan dan meluas (Encarnação et al., 2016).

Dalam amalan perubatan tradisional di Benin, pelbagai bahagian *A. occidentale* digunakan secara meluas untuk merawat pelbagai jenis penyakit bergantung kepada bentuk penyediaan dan pengambilan. Kulit batang digunakan secara air rebusan untuk merawat luka dalaman dan luaran, sakit perut akibat disentri atau cirit-birit terutamanya dalam kalangan kanak-kanak, batuk, sakit gigi, tekanan darah tinggi, diabetes, buasir dan masalah kelemahan seksual. Ia juga digunakan sebagai mandian untuk merawat alahan kulit kanak-kanak, demam kuning dan sakit mata. Bahagian daun pula direbus dan digunakan dalam mandian untuk menurunkan demam kanak-kanak dan merawat malaria selain boleh diambil secara oral untuk mengawal tekanan darah tinggi, merawat batuk dan karies gigi. Sementara itu, bahagian akarnya pula digunakan dalam mandian masing-masing untuk merawat hipertensi dan malaria. Sementara itu, jus daripada buah gajus disapu pada sengatan kala jengking dan lebah untuk mengurangkan rasa sakit dan bisa manakala tangkainya digunakan dalam penjagaan gigi kerana ia dipercayai bermanfaat untuk kesihatan oral. Cecair daripada kacangnya juga digunakan secara topikal untuk merawat kurap. Amalan ini menunjukkan penggunaan *A. occidentale* yang amat menyeluruh dalam perubatan tradisional Benin melalui pendekatan rawatan luaran dan dalaman berasaskan bahagian pokok yang spesifik mengikut keadaan kesihatan tertentu (Chabi Sika et al., 2013).

Selain digunakan untuk tujuan metabolik, kulit batang *A. occidentale* turut dimanfaatkan dalam perubatan tradisional untuk kesihatan reproduktif wanita. Di Guatemala, air rebusan kulit batang digunakan secara luaran melalui kaedah pembasuhan ke bahagian tubuh yang berkaitan kerana ia dipercayai boleh membantu untuk menguatkan rahim terutamanya dalam kalangan wanita selepas bersalin. Tambahan pula, air rebusan tunasnya juga diminum bagi tujuan melegakan kesukaran bernafas

dalam merawat asma (Girón et al., 1991). Di Indonesia pula, daunnya digunakan sebagai ubat untuk merawat hipertensi manakala di Malaysia daun mudanya sering dimakan secara mentah sebagai ulam. (Chan et al., 2017; Nugroho et al., 2013). Di samping itu, *A. occidentale* turut digunakan dalam rawatan homeopati di India untuk mengatasi pelbagai masalah kulit seperti lepuh, kegatalan, ulser serta ketuat (Nor et al., 2016).

Secara keseluruhannya, penggunaan *A. occidentale* dalam perubatan tradisional merentasi pelbagai budaya jelas memperlihatkan potensi terapeutiknya yang meluas. Hampir setiap bahagian tumbuhan ini, termasuk daun, kulit batang, akar, buah, biji, tangkai dan tunas telah digunakan secara tradisional bagi merawat pelbagai jenis penyakit yang melibatkan sistem metabolik, pernafasan, pembiakan, kardiovaskular, penghadaman, dermatologi dan neurologi. Kaedah penggunaannya juga adalah pelbagai yang mana ia meliputi penyediaan dalam bentuk rebusan, mandian, sapuan luaran, makanan harian serta pengambilan secara oral. Variasi penggunaan ini bukan sahaja menggambarkan kekayaan pengetahuan etnobotani komuniti setempat, malah ia turut mencerminkan nilai adaptif dan kepelbagaian fungsi *A. occidentale* sebagai tumbuhan serba guna yang wajar diberi perhatian dalam penyelidikan farmakologi moden.

KANDUNGAN FITOKIMIA *Anacardium occidentale* BERDASARKAN METODE PENGEKSTRAKAN

Fitokimia utama yang terdapat dalam tumbuhan *A. occidentale* termasuk flavonoid, sebatian fenolik, tanin, saponin, dan alkaloid, yang mempunyai aktiviti antioksidan, anti-radang, dan antimikrobial (Maisarah Azad Khayruzamri et al., 2023). Keberkesanan pengekstrakan dan pengasingan sebatian ini bergantung pada kaedah pengekstrakan yang digunakan. Kaedah pengekstrakan merujuk kepada teknik dan jenis pelarut yang digunakan semasa mengekstrak bahan aktif daripada bahagian tumbuhan seperti daun, batang, atau buah. Memilih kaedah pengekstrakan yang betul adalah penting kerana ia menentukan jenis dan jumlah fitokimia yang diekstrak daripada bahan tumbuhan. Contohnya, penggunaan pelarut polar seperti metanol dan etanol mampu mengekstrak sebatian seperti fenol dan flavonoid dengan lebih berkesan berbanding pelarut bukan polar. Manakala pelarut seperti aseton pula boleh mengekstrak flavonoid dan tanin tertentu dengan keberkesanan yang berbeza. Ekstrak berasaskan air pula sering digunakan untuk mengekstrak saponin dan glikosida, namun kandungan fitokimia yang diperoleh lazimnya lebih rendah berbanding pelarut organik. Oleh itu, pemilihan pelarut dan teknik perahan seperti maserasi, refluks atau teknik Soxhlet memainkan peranan penting dalam memastikan keberhasilan dan keberkesanan pengekstrakan fitokimia daripada pokok *A. occidentale* (Vijayakumar et al. 2011; Togola et al. 2020). Jadual 1 menunjukkan ringkasan bagi kandungan fitokimia terhadap metode pengekstrakan pokok *A. occidentale*.

Jadual 1: Ringkasan bagi kandungan fitokimia terhadap metode pengekstrakan

Metode perahan	Bahagian pokok yang digunakan	Kandungan fitokimia	Rujukan
Etanol	Daun	Fenolik, flavonoid, tanin, alkaloid, glikosida	Okey-Ndeche Florence Ngozika et al., 2020
Aseton	Daun	Fenolik, flavonoid, tanin, saponin	Vijayakumar & Kalaichelvan, 2011
Air	Daun	Flavonoid, fenol, alkaloid, terpenoid, glikosida	Okey-Ndeche Florence Ngozika et al., 2020
Etanol	Kulit kayu	Fenolik, flavonoid, tanin	Togola et al. 2020

AKTIVITI FARMAKOLOGI *Anacardium occidentale*

Pelbagai kajian farmakologi telah membuktikan bahawa *A. occidentale* mengandungi spektrum bioaktiviti yang luas hasil daripada kekayaan metabolit sekundernya. Antara aktiviti yang telah dikenal pasti termasuklah antioksidan, anti-radang, antidiabetik, antihipertensi, antibakteria, antikulat, antikanser, penyembuhan luka, perlindungan kardio dan antidiarea. Kepelbagaian aktiviti ini bukan sahaja membuktikan nilai terapeutik tumbuhan gajus, malah memberikan asas saintifik kepada penggunaannya dalam perubatan tradisional di pelbagai negara. Sokongan daripada kajian in vitro, in

vivo dan fitokimia turut menegaskan bahawa kandungan fenolik, flavonoid, tanin, alkaloid, saponin serta sebatian terpenoid memainkan peranan penting dalam kesan biologi tersebut. Justeru, pemahaman yang lebih mendalam tentang aktiviti farmakologi *A. occidentale* adalah penting bagi menilai potensinya sebagai sumber semula jadi untuk pembangunan ubat moden dan terapi berasaskan herba.

Aktiviti Antioksidan

Terdapat banyak kandungan fitokimia terdapat dalam ekstrak *A. occidentale* terutamanya sebatian fenolik yang dikaitkan dengan pelbagai bioaktiviti termasuklah aktiviti antioksidan (Sinlapapanya et al., 2022). Sifat antioksidannya ini majoriti disumbangkan oleh sebatian fenolik dan flavonoid yang terkandung di dalamnya (Kurniasari et al., 2024). Kacang *A. occidentale* kaya dengan nutrien seperti protein, karbohidrat, lemak, minyak, mangan, magnesium, zink, kalium, tembaga dan zat besi di mana ia amat bermanfaat dalam menghalang penyakit yang disebabkan oleh kekurangan nutrien serta berfungsi sebagai antioksidan (Blomhoff et al., 2006). Menurut (Chiang Chan et al., 2014), nilai aktiviti antioksidan bagi daun *A. occidentale* adalah yang tertinggi antara 10 spesies herba ulam yang dinilai.

Sementara itu, kajian yang dilakukan oleh Kongkachuichai et al. (2015) di Thailand pula mendapati bahawa daun muda *A. occidentale* menduduki tempat kedua daripada 13 sayuran asli yang dikaji bagi kandungan fenolik dan aktiviti antioksidan. Kajian Nehete et al. (2023) yang menilai aktiviti penyembuhan luka oleh gel yang mengandungi ekstrak daun *A. occidentale* pada tikus pula menunjukkan peningkatan pengecutan luka, kandungan hidroksiprolin dan heksoamin, aras TGF- β dan pengurangan aras TNF- α . Kandungan fenolik dan flavonoid yang tinggi ditemui dalam ekstrak alkohol daun *A. occidentale* menyumbang kepada aktiviti antioksidan sekaligus mempercepat proses penyembuhan luka. Di samping itu, kajian Duangjan et al. (2021) mendapati bahawa asid galik, katekin dan kuersetin merupakan sebatian utama dalam ekstrak daun *A. occidentale* dan ekstrak ini menunjukkan kesan perlindungan terhadap ketoksikan sel yang disebabkan oleh tekanan oksidatif yang dimediasi oleh glutamat/H₂O₂.

Seterusnya, Khayruzamri et al. (2023) turut melaporkan potensi antioksidan yang signifikan dalam kulit batang *A. occidentale* yang diekstrak menggunakan kaedah maserasi sejuk. Analisis aktiviti penyingkiran radikal bebas melalui ujian DPPH mendapati bahawa ekstrak metanol kulit batang menunjukkan kesan antioksidan yang paling tinggi di mana nilai IC₅₀ mencecah sebanyak 87.67 μ g/mL berbanding ekstrak heksana dan kloroform. Keputusan juga menunjukkan bahawa ekstrak metanol berupaya menyingkirkan sehingga 92.91% radikal DPPH pada kepekatan 1000 μ g/mL yang mana ia hampir setanding dengan keberkesanan vitamin C yang digunakan sebagai kawalan positif. Analisis statistik seterusnya menunjukkan wujudnya korelasi positif antara kandungan fenolik dan flavonoid dengan aktiviti antioksidan. Ini sekaligus membuktikan bahawa kedua-dua kelas sebatian ini merupakan penyumbang utama kepada potensi antioksidan *A. occidentale*.

Sassi et al. (2022) yang mengkaji kandungan polifenol dan flavonoid menggunakan dua ekstrak iaitu ekstrak fenolik bebas (FPE) dan ekstrak fenolik terikat (BFE) daripada daun *A. occidentale* mendapati bahawa terdapat jumlah polifenol yang tinggi dalam ekstrak polifenol terikat manakala flavonoid pula menunjukkan jumlah yang tinggi bagi kedua-dua ekstrak FPE dan BFE. Seterusnya, kehadiran polifenol ini disahkan dengan mengukur aktiviti antioksidan melalui penghapusan radikal bebas DPPH di mana FPE dan BPE masing-masing menunjukkan nilai IC₅₀ 5.17 $\pm$ 0.64 μ g/mL dan 4.96 $\pm$ 0.12 μ g/mL berbanding asid askorbik yang digunakan sebagai kawalan positif (4.91 $\pm$ 0.43 μ g/mL). Kajian lain menggunakan model *in vitro* turut membuktikan kehadiran sebatian fenolik dan aktiviti antioksidan bagi ekstrak daun *A. occidentale* di mana ia menunjukkan aktiviti penghapusan radikal bebas, keupayaan untuk menurunkan ferik dan pengkelat ion ferum serta mengukuhkan aktiviti antioksidan tumbuhan (Tan & Chan, 2014). Berdasarkan dapatan-dapatan ini, *A. occidentale* boleh dianggap sebagai sumber semula jadi antioksidan yang berkesan dengan kehadiran sebatian bioaktif seperti fenolik dan flavonoid yang berpotensi dalam memberi kesan perlindungan biologi terhadap tekanan oksidatif akibat radikal bebas.

Aktiviti Anti-radang

Keradangan merupakan tindak balas biologi kompleks terhadap patogen, kecederaan tisu, atau bahan perengsa (Anorue et al., 2025; Medzhitov, 2021). Meskipun penting untuk penyembuhan, keradangan

kronik boleh menjadi pencetus utama kepada penyakit degeneratif seperti diabetes, artritis reumatoid dan penyakit kardiovaskular. Justeru itu, penerokaan agen anti-radang semula jadi yang berkesan dan selamat semakin mendapat perhatian dalam penyelidikan farmaseutikal moden. Kajian oleh Cordaro et al. (2020) menunjukkan bahawa kacang gajus mempunyai aktiviti anti-radang dan antioksidan yang signifikan dalam model edema kaki tikus yang diinduksi karagenan. Pemberian oral ekstrak kacang gajus (100 mg/kg) berjaya mengurangkan pembentukan edema serta mengurangkan kesakitan radang. Analisis biokimia membuktikan bahawa rawatan ini menurunkan aktiviti mieloperoksidase (MPO), malondialdehid (MDA) serta paras nitrit/nitrat sekali gus mengurangkan kerosakan tisu akibat stres oksidatif. Di samping itu, ia juga mengurangkan pengeluaran sitokin pro-radang dan meningkatkan tahap sitokin anti-radang. Kesan perlindungan ini turut disokong oleh peningkatan aktiviti enzim antioksidan endogen seperti superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT), dan glutathione (GSH). Mekanisme molekul yang dikenal pasti termasuk penghambatan ekspresi 5-lipoksigenase (5-LOX) dan siklooksigenase-2 (COX-2) yang berperanan penting dalam biosintesis mediator keradangan.

Tambahan pula, keberkesanan ketara *A. occidentale* turut ditunjukkan terhadap aktiviti anti-radang melalui penggunaan kacang gajus dalam model tikus hiperhomosisteneimia (HHcy) yang diinduksi dengan metionina. Rawatan secara oral dengan dos 100 mg/kg selama 30 hari didapati berupaya mengekang perubahan biokimia yang merangkumi peningkatan kolesterol, enzim hati (ALP, AST, ALP, LDH) serta aras kreatinina sekali gus menunjukkan perlindungan terhadap fungsi hati dan buah pinggang. Mekanisme kesan ini dikaitkan dengan peningkatan pertahanan antioksidan dalaman termasuk superoksida dismutase (SOD), katalase (CAT) dan glutathione (GSH) di samping mengurangkan aras malondialdehid (MDA) sebagai penanda peroksidasi lipid. Dari aspek keradangan, kacang gajus terbukti menurunkan pengekspressan sitokin pro-radang utama seperti TNF- α dan IL-1 β , mengurangkan kecederaan histologi serta fibrosis tisu dan menekan ekspresi penanda stres nitrosatif (nitrotirosina) serta PARP yang berkait rapat dengan kerosakan DNA. Analisis molekul menunjukkan bahawa kesan perlindungan ini dimediasi oleh pengaktifan laluan Nrf2/HO-1 yang mana ia dapat meningkatkan kapasiti antioksidan disertai dengan perencatan translokasi NF- κ B yang merupakan pengawal regulasi sitokin pro-radang. Sehubungan itu, kajian ini merumuskan bahawa pengambilan kacang gajus berupaya membantu dalam memperbaiki sekaligus menonjolkan potensinya sebagai agen terapeutik dalam rawatan penyakit kronik berkaitan HHcy (D'amico et al., 2022).

Seterusnya, kajian *in vivo* yang dijalankan oleh Oliveira et al. (2019) melaporkan bahawa ekstrak etanol daun *A. occidentale* berpotensi dalam memberikan kesan perlindungan terhadap tindak balas keradangan sistemik dalam model sepsis maut pada tikus diabetes yang diinduksi dengan streptozotisin (STZ). Rawatan yang diberikan secara oral dengan ekstrak tersebut (5 mg/kg) didapati mampu meningkatkan kadar kelangsungan hidup serta memanjangkan jangka hayat tikus diabetes berbanding kumpulan kawalan. Kesan ini dikaitkan dengan keupayaan ekstrak dalam memodulasi penghasilan sitokin dan mediator keradangan. Analisis imunologi menunjukkan bahawa ekstrak daun *A. occidentale* mampu menurunkan aras sitokin pro-radang seperti TNF- α , IL-1 β dan IL-6 di samping meningkatkan ekspresi sitokin anti-radang IL-10. Malah, mekanisme ini turut melibatkan kesan ekstrak terhadap pengaktifan neutrofil dan makrofaj yang secara langsung membantu mengawal tindak balas keradangan sistemik. Sehubungan dengan itu, penulis menyimpulkan bahawa kesan anti-radang ekstrak daun *A. occidentale* bukan sahaja memanjangkan jangka hayat tikus diabetes, malah meningkatkan peluang kelangsungan hidup mereka melalui pengawalan tindak balas imun.

Dapatan kajian Amorim et al. (2022) turut memberikan bukti kukuh mengenai kesan anti-radang *A. occidentale*. Ekstrak daun dan kulit batang terbukti berupaya mengurangkan penghasilan spesies oksigen reaktif (ROS) dalam leukosit manusia di mana ini menekankan lagi peranan anti-radang tumbuhan ini melalui pengawalan tekanan oksidatif. Malah, ekstrak ini turut mengekalkan viabiliti sel mononuklear darah periferi (PBMC) melebihi 75% menandakan profil keselamatan yang memuaskan untuk aplikasi terapeutik. Walau bagaimanapun, ujian *in vivo* menggunakan embrio ikan zebra mendapati kesan embriotoksik subletal pada dos tinggi, termasuk kelewatan penetasan, edema kantung kuning serta kecacatan tulang belakang. Penemuan ini mencadangkan bahawa meskipun *A. occidentale* menunjukkan aktiviti anti-radang yang signifikan melalui mekanisme pengawalan ROS dan imunomodulasi, isu keselamatan pada dos tinggi masih menjadi cabaran dan memerlukan penyelidikan yang lebih lanjut.

Aktiviti Antidiabetik

Perkembangan rawatan diabetes kini turut memberi tumpuan kepada sumber semula jadi dan *A. occidentale* telah dikenal pasti sebagai antara tumbuhan yang menunjukkan potensi hipoglisemik. Kajian *in vivo* yang dijalankan oleh Encarnação et al. (2022) bagi menilai keberkesanan antidiabetik kulit batang *A. occidentale* (AoBTHP) terhadap model tikus diabetes jenis II mendapati bahawa kumpulan yang dirawat secara oral dengan AoBTHP selama 92 hari menunjukkan penurunan aras glukosa darah yang signifikan berbanding kumpulan kawalan negatif. Pada hari ke-31 rawatan, kumpulan yang dirawat dengan dos 127 mg/kg mencatatkan tahap glukosa darah berpuasa sebanyak 394 ± 18 mg/dL berbanding 540 ± 37 mg/dL dalam kumpulan kawalan. Penurunan ini kekal signifikan sehingga hari ke-57 membuktikan keberkesanan ekstrak tumbuhan ini dalam mengawal aras glukosa darah. Tambahan pula, analisis *in vitro* menunjukkan bahawa AoBTHP mempunyai aktiviti perencatan α -glukosidase yang tinggi dengan nilai IC_{50} sebanyak 1.15 ± 0.00 mg/mL, jauh lebih rendah berbanding akar bosa (43.97 ± 0.21 mg/mL). Ujian bioautografi TLC turut mengenal pasti asid galik sebagai sebatian utama yang bertanggungjawab terhadap aktiviti perencatan enzim α dan β -glukosidase. Kandungan fenolik yang tinggi dalam ekstrak turut menyokong peranan metabolit sekunder ini dalam aktiviti antidiabetik.

Kajian *in vitro* oleh Damsud et al. (2021) menilai potensi antidiabetik pucuk dan daun *A. occidentale* melalui pengukuran kandungan fenolik, flavonoid serta aktiviti perencatan α -glukosidase menggunakan kaedah simulasi pencernaan gastrousus. Hasil analisis menunjukkan bahawa ekstrak metanol daun mengandungi jumlah fenolik (98.21 ± 0.35 g GAE/100 g ekstrak) dan flavonoid (89.53 ± 0.65 g RE/100 g) yang jauh lebih tinggi berbanding ekstrak pucuk (20.75 ± 0.41 g GAE dan 55.32 ± 0.21 g RE/100 g). Aktiviti perencatan α -glukosidase turut memperlihatkan perbezaan yang ketara di mana ekstrak daun menunjukkan potensi paling kuat terhadap enzim sukrase ($IC_{50} = 0.90 \pm 0.04$ mg/mL) dan maltase ($IC_{50} = 0.91 \pm 0.02$ mg/mL) manakala nilai IC_{50} bagi ekstrak pucuk masing-masing ialah 3.21 ± 0.07 mg/mL dan 4.36 ± 0.21 mg/mL. Walau bagaimanapun, aktiviti perencatan menurun selepas melalui proses pencernaan simulasi yang mana ia dikaitkan dengan degradasi polifenol. Analisis kinetik menggunakan plot Lineweaver–Burk mendedahkan bahawa perencatan berlaku melalui mekanisme non-kompetitif, yang mencadangkan sebatian fenolik dalam *A. occidentale* berpotensi mengubah konformasi enzim α -glukosidase tanpa bergantung kepada tapak aktif substrat. Oleh itu, dapatan ini mengesahkan bahawa daun *A. occidentale* berperanan lebih dominan berbanding pucuk dalam memberikan kesan antidiabetik sekali gus menyokong potensinya sebagai sumber semula jadi untuk terapi diabetes.

Selain itu, dalam kajian *in vitro* oleh Archana et al. (2021) yang menilai potensi antidiabetik ekstrak akar *A. occidentale* menggunakan empat jenis pelarut iaitu petroleum eter (PEAO), kloroform (CHAO), etil asetat (EAAO) dan metanol 80% (MAO), ujian sitotoksiti menggunakan sel pankreas MIN6 mendapati bahawa ketoksikan ekstrak 80% MAO adalah yang paling rendah berbanding ekstrak lain. Lebih penting lagi, rawatan dengan ekstrak 80% MAO meningkatkan rembesan insulin walaupun pada kepekatan glukosa tinggi (27 mM) serta meningkatkan ekspresi gen INS berdasarkan analisis qRT-PCR. Dapatan ini menunjukkan bahawa ekstrak akar *A. occidentale* khususnya 80% MAO mempunyai kesan antihiperghlisemik yang berkesan melalui pengaktifan fungsi sel β pankreas dan pengawalan rembesan insulin.

Bukti tambahan turut diperoleh daripada kajian Samaila et al. (2025) di mana ekstrak akueus daun *A. occidentale* didapati berupaya menurunkan aras glukosa darah pada model tikus albino yang diinduksi aloksan. Hasil kajian menunjukkan pengurangan signifikan dalam glukosa darah daripada 177.1 ± 3.07 mg/dL (diabetes tidak dirawat) kepada 160.2 ± 3.29 mg/dL dan 142.9 ± 3.89 mg/dL masing-masing pada dos 100 mg/kg dan 200 mg/kg yang mana ia menghampiri nilai kumpulan kawalan positif (144.45 ± 1.54 mg/dL). Malah, penurunan ini adalah signifikan dan hampir setanding dengan kesan ubat pioglitazone. Mekanisme yang dicadangkan termasuklah peningkatan sensitiviti reseptor insulin yang seterusnya menggalakkan lagi proses pengambilan glukosa oleh sel.

Seterusnya, bukti antidiabetik *A. occidentale* turut diperoleh daripada kajian Jaiswal et al. (2017) yang menggunakan model tikus neonatal yang diinduksi dengan streptozotocin (n-STZ). Rawatan dengan ekstrak etanol daun (100 mg/kg) secara oral menunjukkan penurunan signifikan glukosa darah puasa daripada 147.67 ± 6.09 mg/dL kepada 123.83 ± 2.87 mg/dL pada hari ke-30 berbanding kawalan diabetes (154.50 ± 5.40 mg/dL) dan kesannya hampir menyamai kumpulan pioglitazone (113.33 ± 3.30 mg/dL). Paras HbA1c juga didapati menurun dengan ketara daripada $5.60 \pm 0.27\%$ kepada $4.92 \pm 0.17\%$ manakala indeks rintangan insulin (FIRI) meningkat daripada 57.90 ± 4.69 kepada 103.37 ± 14.8 . Selain itu, profil lipid turut menunjukkan pengurangan jumlah kolesterol dan VLDL-C. Penilaian histologi pula memperlihatkan pemulihan struktur hati, buah pinggang dan kelompok Langerhans berbanding kumpulan diabetes tidak dirawat. Kesan hipoglisemik ini berkemungkinan besar dikawalatur melalui peningkatan sensitiviti terhadap insulin sebagaimana dibuktikan oleh penurunan FIRI tanpa sebarang peningkatan yang signifikan dalam aras insulin serum.

Aktiviti Antihipertensi

Ekstrak metanol kulit batang *A. occidentale* menunjukkan kesan antihipertensi yang signifikan dalam tikus Wistar yang diaruh hipertensi melalui diet tinggi garam. Hasil kajian menunjukkan bahawa ekstrak ini berupaya menurunkan tekanan darah sistolik (SBP), diastolik (DBP), tekanan arteri purata (MAP) serta kadar denyutan jantung (HR) secara signifikan sekali gus memperlihatkan kesan antihipertensi yang lebih baik berbanding nifedipine, ubat kawalan standard yang digunakan dalam kajian tersebut. Malah, nilai rate pressure product (RPP) yang menjadi penanda beban kerja miokardium juga menurun selepas rawatan yang mana ia menandakan penurunan tekanan ke atas otot jantung. Kesan ini dijelaskan melalui kemungkinan keupayaan ekstrak *A. occidentale* dalam memberikan kesan perencatan langsung terhadap aktiviti jantung di samping merangsang vasodilatasi pada otot vaskular. Ia juga melibatkan mekanisme pengurangan kemasukan kalsium intrasel, pengaruh terhadap sistem saraf pusat serta peningkatan pengaruh nitrik oksida pada otot licin vaskular. Dari sudut fitokimia, keberkesanan antihipertensi ini dikaitkan dengan kandungan tinggi sebatian bioaktif dalam ekstrak batang seperti steroid, flavonoid, fenol, alkaloid, saponin dan tanin di samping asid lemak utama iaitu asid oleik dan asid heksadekanoik (Emojewwe, 2021).

Di samping itu, ekstrak heksana daun *A. occidentale* (HEAO) turut menunjukkan kesan hipotensif vasodilatasi dan antihipertensi yang jelas dalam model haiwan. Rawatan intravena yang diberikan dengan HEAO pada tikus normotensif tanpa anestesia menurunkan tekanan arteri purata (MAP) dan kadar denyutan jantung (HR) secara signifikan. Mekanisme kesan ini dipercayai melibatkan peranan endotelium melalui penghasilan nitrik oksida dan prostasiklin (PGI_2) serta pengaktifan reseptor muskarinik yang berkait dengan rangsangan saraf vagus. Interaksi ini seterusnya mendatangkan kesan bradikardia dan pengurangan keupayaan jantung mengepam darah. Ujian *in vitro* ke atas cincin arteri mesenterik menunjukkan HEAO menyebabkan pengenduran bergantung endotelium terhadap pengecutan yang diaruh fenilefrin dan KCl di mana ia menegaskan bahawa kesan vasodilatasi bergantung kepada endotelium. Dalam model tikus hipertensi spontan (SHR) pula, rawatan oral dengan HEAO pada dos 100 dan 300 mg/kg menurunkan MAP dengan signifikan tanpa memberi kesan ketara terhadap kadar denyutan jantung. Analisis fitokimia pula mengesahkan kehadiran sebatian aktif seperti kuersetin, mirisetin, asid anakardik dan asid malik. Kuersetin secara khususnya dikaitkan dengan kesan vasodilatasi melalui peningkatan nitrik oksida dan pengawalaturan saluran kalsium, manakala asid malik turut menyumbang kepada aktiviti hipotensif. Secara keseluruhan, keberkesanan HEAO dalam mengawal tekanan darah dapat dijelaskan melalui gabungan kesan vasodilatasi, pengawalaturan fungsi jantung dan sumbangan sebatian bioaktif yang terkandung di dalamnya (C. D. F. da Costa et al., 2018).

Selain ekstrak batang dan daun, ekstrak akueus kulit pokok *A. occidentale* juga dilaporkan mempunyai kesan terhadap penurunan tekanan darah. Kajian ke atas arnab menunjukkan bahawa rawatan intravena dengan dos 1–50 mg/kg menghasilkan kesan hipotensif yang bergantung dos. Kesan ini berkurang apabila haiwan dirawat dengan atropin di mana ia menandakan penglibatan reseptor muskarinik kolinergik dalam mekanisme tindakannya. Pada dos yang lebih tinggi (40–50 mg/kg), ekstrak menyebabkan penurunan tekanan darah yang mendadak serta gangguan respirasi sementara namun haiwan menunjukkan pemulihan semula selepas beberapa minit. Dalam model haiwan hipertensi yang diaruh dengan adrenalin pula, ekstrak *A. occidentale* didapati menurunkan tekanan darah tinggi secara

signifikan dengan kesan yang lebih baik apabila ekstrak diberikan sebelum aruhan dengan adrenalin (Arsene & J, 2016).

Protein kacang *A. occidentale* khususnya fraksi albumin dan globulin turut dibuktikan berpotensi sebagai sumber peptida bioaktif dengan kesan antihipertensi. Hidrolisat globulin yang dihidrolisis dengan pankreatin menunjukkan aktiviti perencatan enzim penukaran angiotensin ACE tertinggi ($51.65 \pm 1.2\%$ pada 1.2 mg/mL) berbanding hidrolisat yang diproses dengan alkalase ($34.60 \pm 0.65\%$) dan tripsin ($29.92 \pm 0.73\%$). Oleh sebab ACE merupakan enzim utama yang menukarkan angiotensin I kepada angiotensin II, suatu peptida vasokonstriktor yang meningkatkan tekanan darah, perencatan terhadap enzim ini menjelaskan mekanisme utama bagaimana peptida daripada protein kacang gajus boleh membantu menurunkan tekanan darah. Penemuan ini mengesahkan potensi hidrolisat protein kacang gajus sebagai agen semula jadi untuk pengawalan hipertensi (Arise et al., 2021).

Aktiviti Antibakteria

Ekstrak daun *Anacardium occidentale* telah menunjukkan aktiviti antibakteria yang konsisten terhadap bakteria patogen manusia melalui pelbagai pendekatan. Kajian oleh Ain Nabihah Mohd Ali Jinah et al. (2020) mendapati ekstrak metanol 70% daun *A. occidentale* mempunyai kesan perencatan yang signifikan terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Nilai kepekatan minimum perencatan (MIC) diperolehi pada 0.705 mg/mL untuk *S. aureus* dan 0.353 mg/mL untuk *E. coli* menunjukkan bahawa *E. coli* lebih sensitif terhadap ekstrak berbanding *S. aureus*. Sementara itu, nilai kepekatan bunuh minimum (MBC) adalah sama bagi kedua-dua bakteria iaitu 2.821 mg/mL , di mana pada kepekatan ini tiada koloni bakteria lagi dapat dikesan.

Aktiviti antibakteria yang ketara turut ditunjukkan oleh ekstrak etanol daun *A. occidentale* terhadap patogen oral utama seperti *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. Menurut kajian yang dijalankan oleh Anand et al. (2015), diameter zon perencatan yang dihasilkan adalah hampir menyamai klorheksidin khususnya terhadap *S. mutans* dan *E. faecalis*. Malah, ia melebihi povidone-iodine untuk beberapa strain. Nilai kepekatan minimum perencatan (MIC) didapati adalah serendah $78.12 \text{ } \mu\text{g/mL}$ untuk *S. aureus* dan *S. mutans* manakala *E. faecalis* dan *E. coli* memerlukan sehingga $312.5 \text{ } \mu\text{g/mL}$. Walaupun klorheksidin mempunyai nilai MIC yang lebih rendah ($2.5 - 5 \text{ } \mu\text{g/mL}$), ekstrak daun *A. occidentale* terbukti berkesan menekan pembentukan biofilm setara dengan klorheksidin dan menandingi povidone-iodine selain menunjukkan biokompatibiliti yang lebih tinggi terhadap fibroblas gingiva manusia dan sel V79 berbanding larutan kumur komersial.

Malah, ekstrak daun *A. occidentale* turut menunjukkan aktiviti antibakteria yang ketara terhadap bakteria anaerob Gram negatif yang berkaitan dengan penyakit periodontal. Varghese et al. (2013) yang menilai keberkesanan ekstrak metanol dan akueus daun gajus terhadap *Porphyromonas gingivalis* dan *Prevotella intermedia* menggunakan kaedah peresapan agar-agar dengan pelbagai kepekatan ($5 - 75 \text{ } \mu\text{L}$) dan membandingkannya dengan 0.2% klorheksidin sebagai kawalan piawai mendapati bahawa pada kepekatan tertinggi ($75 \text{ } \mu\text{L}$), ekstrak akueus memberikan aktiviti perencatan yang paling berkesan terhadap kedua-dua patogen. Malah, bagi *P. gingivalis* keberkesanannya hampir menyamai klorheksidin. Untuk *P. intermedia*, meskipun klorheksidin lebih berkesan, ekstrak akueus tetap memperlihatkan kesan perencatan yang signifikan berbanding ekstrak metanol. Penemuan ini memberi sokongan saintifik terhadap penggunaan tradisional daun gajus dalam rawatan penyakit periodontal sekali gus mencadangkan potensinya untuk diformulasi sebagai agen kawalan plak berasaskan herba.

Ekstrak daun dan buah *A. occidentale* turut mempunyai aktiviti antibakteria yang konsisten terhadap pelbagai bakteria patogen manusia. Kajian oleh (Laxmanaswami & Urooj, 2018) menunjukkan bahawa ekstrak metanol buah gajus berupaya menghalang pertumbuhan bakteria Gram-positif seperti *Streptococcus pyogenes*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis* dan *Bacillus cereus* serta bakteria Gram-negatif *Salmonella typhimurium*. Pada kepekatan 1 mg/cakera , ekstrak ini menghasilkan zon perencatan tertinggi terhadap *S. typhimurium* ($21.5 \pm 0.25 \text{ mm}$) dan *B. cereus* ($18 \pm 0.35 \text{ mm}$) manakala *S. pyogenes* dan *M. luteus* menunjukkan zon perencatan masing-masing $13.5 \pm 0.035 \text{ mm}$ dan $11 \pm 0.025 \text{ mm}$ serta aktiviti paling rendah dikesan pada *E. faecalis* ($0.9 \pm 0.45 \text{ mm}$).

Penemuan ini diperkuat oleh kajian Nisa et al. (2024) yang menganalisis aktivitas antibakteria ekstrak daun gajus menggunakan pecahan pelarut berbeza. Fraksi etil asetat didapati paling berkesan dengan nilai MIC serendah 0.5 mg/mL terhadap *Staphylococcus aureus* di mana ia berjaya membunuh bakteria dalam tempoh hanya 2 jam. Fraksi etanol dan n-heksana turut menunjukkan kesan antibakteria masing-masing pada 1 mg/mL manakala fraksi kloroform dan akueus memerlukan 2 mg/mL untuk kesan perencatan penuh. Kajian ini menegaskan bahawa kandungan flavonoid dan fenolik yang tinggi dalam fraksi etil asetat merupakan penyumbang utama kepada aktiviti antibakteria.

Aktiviti Anti fungi

Potensi antikulat *A. occidentale* telah dilaporkan terhadap pelbagai kulat patogen manusia dan tumbuhan dengan keberkesanan yang berbeza bergantung kepada spesies dan jenis ekstrak yang digunakan. Tafinta et al. (2020) mendapati bahawa ekstrak akueus dan etanol daun gajus berupaya menghalang pertumbuhan *Aspergillus niger* bergantung kepada dos dengan zon perencatan yang meningkat daripada kira-kira 12–13 mm pada 20 mg/mL sehingga melebihi 30 mm pada 100 mg/mL. Sebaliknya, tiada kesan diperhatikan terhadap *Rhizopus stolonifer*. Ini menunjukkan bahawa keberkesanan ekstrak mungkin bersifat spesifik terhadap jenis kulat tertentu. Selari dengan dapatan ini, Philip et al. (2019) melaporkan aktiviti antikulat yang sangat signifikan daripada ekstrak metanol daun gajus terhadap sejumlah besar strain kulat fusarium yang melibatkan 1265 strain daripada strain klinikal manusia dan 2140 strain daripada tumbuhan. Ekstrak tersebut menghasilkan diameter zon perencatan purata masing-masing 25.75 ± 0.46 mm dan 24.23 ± 0.85 mm yang mana ia jauh melebihi kesan ubat antikulat konvensional seperti vorikonazol dan flukonazol. Malah, nilai kepekatan perencatan minimum (MIC) ekstrak ini dilaporkan serendah 0.082 µg/mL menandakan potensi yang lebih tinggi berbanding antikulat sintetik yang diuji. Analisis fitokimia turut mengesahkan kehadiran sebatian bioaktif termasuk alkaloid, saponin, fenol, steroid, terpenoid, flavonoid dan tanin yang berkemungkinan bertindak secara sinergistik menghasilkan kesan antikulat spektrum luas.

Selain itu, keberkesanan *A. occidentale* juga dilaporkan terhadap yis patogen manusia. Kajian oleh Quejada et al. (2024) menunjukkan bahawa ekstrak etanol daun gajus mempunyai aktiviti perencatan yang ketara terhadap *Candida albicans* dan *Candida auris* yang merupakan dua spesies yang sering dikaitkan dengan jangkitan kulat oportunistik. Ujian *in vitro* mendedahkan bahawa ekstrak tersebut berupaya menghalang pertumbuhan kedua-dua strain dengan nilai kepekatan perencatan minimum (MIC) yang rendah menandakan potensi antikulat yang kukuh. Penemuan ini disokong lagi oleh kajian Lidyawita et al. (2013) yang menggunakan rebusan kulit batang gajus pada model *in vitro* berasaskan plat resin akrilik yang meniru keadaan stomatitis gigi palsu. Pada kepekatan 50% w/v, ekstrak tersebut menekan pertumbuhan *C. albicans* sehingga 94.14%, hampir setara dengan kawalan positif klorheksidin (96.63%).

Tambahan pula, keberkesanan antikulat *A. occidentale* turut terbukti dalam bidang pertanian. Andayanie et al. (2021) melaporkan bahawa ekstrak daun, kulit biji dan hampas tangkai gajus berupaya menekan pertumbuhan *Capnodium* sp. pada kacang soya melalui perencatan percambahan spora. Ekstrak kulit biji didapati paling berkesan dengan hanya 3.8% percambahan spora pada kepekatan 2000 ppm berbanding 96.61% dalam kawalan. Keberkesanan ini dikaitkan dengan kandungan polifenol dan flavonoid yang tinggi serta nilai pH yang lebih alkali menjadikan ekstrak gajus berpotensi besar sebagai agen antikulat semula jadi dalam sistem pertanian organik.

Aktiviti Anti kanser

Ekstrak pucuk *A. occidentale* menunjukkan kesan terhadap kanser payudara, sel MDA-MB-231 dengan IC₅₀ sebanyak 81.1 µg/ml dan kurang untuk HT-29 dan HepG2 dengan nilai IC₅₀ masing-masing 272.6 dan 307.5 µg/ml. Di samping itu, ia juga menunjukkan bahawa ekstrak pucuk gajus tidak mempunyai kesan atau kesan toksik dalam sel sel fibroblast tikus (BALB/c 3T3). Ini menunjukkan bahawa ekstrak gajus adalah agen anti-proliferatif terpilih terhadap sel-sel kanser dan tidak menjejaskan sel normal. Tambahan pula, telah ditunjukkan bahawa ekstrak pucuk gajus mampu mendorong apoptosis dalam garisan sel MDA-MB-231. Ekstrak pucuk gajus didapati mengandungi pelbagai fitokimia seperti sitosterol, tanin, pirogallol dan fenol daripada analisis GCMS, asid sitrik, asid gallic, mirisetin dan hinokiflavon daripada analisis LCMS yang mungkin menimbulkan kesan anti-kanser. Kajian lanjut tentang sebatian yang dikenalpasti dalam gajus ekstrak pucuk boleh dilakukan untuk sifat anti-kanser

mereka. Daripada kajian ini, dapat disimpulkan bahawa ekstrak pucuk gajus mempunyai kesan anti-kanser terhadap sel-sel kanser terpilih melalui induksi apoptosis. Kajian lebih lanjut diperlukan untuk mendapatkan maklumat lanjut mengenai pokok gajus sebagai salah satu makanan berfungsi sebagai alternatif terapi kanser (Chan et al., 2023).

Aktiviti Penyembuhan Luka

Banyak kajian yang telah dibuat dan tikus adalah model yang digunapakai dengan menggunakan pelbagai kaedah dan salah satunya ialah ekstrak hidroalkohol daripada kulit *A. occidentale* (da Silva et al., 2022). Kebiasaannya luka dipotong secara bujur pada belakang tikus untuk dilakukan pembedahan dan kajian. Kulit kayu *A. occidentale* yang telah kering ditumbuk dan dihancurkan dan 471.38 g diletakkan dalam 2.7 L etanol 70% untuk pengekstrakan. Setelah 7 hari pembedahan dibuat ke atas tikus-tikus keputusan menunjukkan sisihan piawai diameter luka (49.45 ± 0.28) pada tikus yang diekstrak daripada kulit *A. occidentale*. Terdapat juga tikus yang menghasilkan pengecutan luka lebih baik berbanding dos 0.5% iaitu tikus yang dirawat dengan ekstrak Ao 2%. Penyembuhan luka ialah proses menggerakkan kulit yang sihat di sekeliling luka untuk menutup kawasan yang pecah. Melalui kajian ini menunjukkan bahawa ekstrak *A. occidentale* etanol topikal menunjukkan aktiviti penyembuhan profoundpro pada luka lebih cepat berbanding yang lain.

Aktiviti Perlindungan Kardio

Aktiviti perlindungan kardio *A. occidentale* telah dikaji melalui pendekatan klinikal terhadap manusia. Kajian ini melibatkan pengambilan kacang gajus dan minyak kacangnya oleh individu obes secara harian selama 8 minggu. Hasil kajian menunjukkan pengurangan yang signifikan dalam beberapa penanda risiko kardiovaskular seperti apoB, kolesterol LDL, dan indeks aterogenik. Ini membuktikan bahawa pengambilan tetap makanan berasaskan kacang gajus boleh memberikan manfaat perlindungan terhadap penyakit kardiovaskular, kemungkinan besar disebabkan kandungan tinggi asid lemak tak tepu, fitosterol, polifenol dan antioksidan dalam kacang dan minyak gajus. Kesan ini dilihat bukan sahaja dalam penurunan lipid darah, tetapi juga dalam pengurangan ukuran leher dan BMI, menunjukkan potensi manfaat terhadap sindrom metabolik dan obesiti yang merupakan dua faktor utama penyakit jantung. Maka, penggunaan bahagian tertentu daripada pokok *A. occidentale*, terutama kacang dan minyaknya, berpotensi sebagai intervensi nutraseutikal untuk penjagaan kesihatan jantung (Meneguelli et al., 2024). Terdapat juga kajian terhadap haiwan iaitu dalam model tikus yang mengalami kardiotoxikisiti akibat cisplatin, diet diperkaya serbuk kacang gajus (10% & 20%) selama 14 hari telah menunjukkan kesan protektif yang ketara. Tikus yang hanya diberi cisplatin memperlihatkan peningkatan enzim penanda kerosakan jantung seperti acetylcholinesterase, adenosine deaminase, monoamine oxidase, phosphodiesterase-5 dan arginase. Selain itu, terdapat penurunan mendadak dalam penanda antioksidan termasuk total thiol, glutathione, superoxide dismutase, catalase dan kapasiti antioksidan total di dalam jantung dan plasma. Dengan pemberian diet gajus, gangguan ini dipulihkan hampir kepada tahap normal. Malah, perubahan histologi jantung yang disebabkan oleh cisplatin turut diperbaiki (Akomolafe et al., 2024).

Aktiviti Antidiarhea

Dalam perubatan tradisional, daun dan kulit batang *A. occidentale* telah digunakan secara meluas untuk merawat masalah cirit-birit. Kajian moden mendapati bahawa ekstrak daun gajus boleh mengurangkan kekerapan buang air besar dan memperbaiki konsistensi najis dalam model haiwan yang mengalami cirit-birit. Keberkesanan ini dipercayai berpunca daripada kehadiran flavonoid dan tanin yang membantu menstabilkan fungsi usus serta mengurangkan rembesan berlebihan air dan elektrolit. Selain itu, sebatian seperti asid anacardik dan cardol yang terdapat dalam daun gajus mempunyai sifat antimikrob yang mampu menghalang pertumbuhan bakteria seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, yang merupakan antara punca utama cirit-birit (Bukola et al., 2018; Okey-Ndeche Florence Ngozika et al., 2020). Justeru itu, pokok gajus bukan sahaja mempunyai nilai pemakanan, malah juga potensi terapeutik dalam menangani masalah pencernaan secara semula jadi dan selamat. Jadual 3 memperlihatkan ringkasan aktiviti farmakologi utama bagi *A. occidentale* berdasarkan hasil kajian yang telah dilaporkan oleh pelbagai penyelidik. Hasil kajian menunjukkan bahawa *A. occidentale* memiliki pelbagai potensi terapeutik, termasuk aktiviti antioksidan, antiradang, antidiabetik, antihipertensi, antibakteria, antifungi, anti kanser, aktiviti penyembuhan luka and anti diarrheal seperti yang diringkaskan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Ringkasan bagi aktiviti farmakologi bagi *Anacardium occidentale* serta hasil kajian yang telah dilaporkan.

Aktiviti farmakologi	Bahagian pokok yang digunakan	Metode pengekstrakan	Hasil kajian	Rujukan
Aktiviti antioksidan	Buah, kacang, daun, kulit batang	Etanol, metanol, alkohol, maserasi sejuk	Kaya vitamin C; ↑ fenolik & flavonoid; ↑ penyingkiran radikal bebas (DPPH); ↑ pertahanan antioksidan selular; ↑ SIRT1/Nrf2; ↑ penyembuhan luka; perlindungan oksidatif & neuroprotektif	Blomhoff et al. (2006); Duangjan et al. (2021); Khayruzamri et al. (2023); Kongkachuichai et al. (2015); Kurniasari et al. (2024); Nehete et al. (2023); Olife et al. (2015); Sassi et al. (2022); Sinlapapanya et al. (2022); Tan & Wei (2014); Wei et al. (2014)
Aktiviti anti radang	Daun, kulit batang, kacang	Etanol, metanol	↓ TNF- α , IL-1 β , IL-6; ↑ IL-10; ↓ ROS & tekanan oksidatif; ↑ viabiliti PBMC; perlindungan hati & buah pinggang; ↑ SOD, CAT, GSH; ↓ MDA; modulasi laluan Nrf2/HO-1 & perencatan NF- κ B	Amorim et al. (2021); D'Amico et al. (2022); Medzhitov (2021); Olajide et al. (2020); Oliveira et al. (2019)
Aktiviti Antidiabetik	Daun, kulit batang, pucuk, akar	Etanol, metanol, akueus, petroleum eter, kloroform, etil asetat	↓ glukosa darah, ↓ HbA1c, ↓ kolesterol & VLDL-C; ↑ sensitiviti reseptor insulin; ↑ pengambilan glukosa sel; ↑ rembesan insulin & ekspresi gen INS; perencatan α/β -glukosidase	Archana et al. (2021); Damsud et al. (2021); Encarnacao et al. (2022); Jaiswal et al. (2017); Samaila et al. (2025)

Aktiviti Antihipertensi	Daun, kulit batang, kulit pokok, kacang	Metanol, heksana, akueus, hidrolisis enzim	↓ Tekanan darah, vasodilatasi, perencanaan ACE	Omolaso et al. (2021); da Costa et al. (2018); Mea Arsene et al. (2016); Arise et al. (2021)
Aktiviti antibakteria	Daun, buah	Metanol, etanol, akueus, etil asetat, heksana, kloroform	↓ Pertumbuhan bakteri Gram + dan Gram –	Nor Ain Nabihah et al. (2020); Anand et al. (2015); Jothi Varghese et al. (2013); Laxmanaswami Bhagirathi & Urooj (2018); Khoirun Nisa et al. (2024)
Aktiviti anti fungi	Daun, kulit batang, kulit biji, hampas tangkai	Akueus, etanol, metanol, rebusan	↓ Pertumbuhan kulat	Tafinta et al. (2020); Udoh et al. (2019); Quejada et al. (2022); Ria Lidyawita et al. (2013); Andayanie et al. (2021)
Aktiviti anti kanser / antitumor	Pucuk pokok	Pengekstrakan kimia dan analisis fitokimia	Pucuk gajus mempunyai kesan anti-kanser terhadap sel-sel kanser terpilih melalui induksi apoptosis	Chan et al. (2023)
Aktiviti penyembuhan luka	Kulit batang	Metanol	Menyumbang kepada penyembuhan luka cepat dalam model haiwan	da Silva et al. (2022)
Aktiviti perlindungan kardio	Kacang	Sentrifugasi & haba (tanpa pelarut)	Penurunan lipid darah, manfaat kardiovaskular serupa dengan kacang penuh	Meneguelli et al. (2024)
Aktiviti Antidiarea	Daun dan kulit batang	Etanol	Mengurangkan frekuensi najis dan menstabilkan rembesan usus. Mempunyai kesan antimikrob terhadap <i>E. coli</i> .	Bukola et al., (2018); Okey-Ndeche Florence Ngozika et al., (2020).

KAJIAN KLINIKAL TERHADAP *A. occidentale*

Antara kajian klinikal yang melibatkan *A. occidentale* ialah kajian intervensi pemakanan menggunakan kacang gajus atau minyak gajus. Sebuah kajian rawak terkawal (Meneguelli et al., 2024) di Brazil telah melaporkan bahawa pengambilan kacang gajus dan minyak gajus dapat mengurangkan faktor risiko kardiovaskular dan penanda keradangan dalam kalangan orang dewasa yang mengikuti rawatan

penurunan berat badan. Dalam kajian ini, seramai enam puluh empat orang dewasa dengan berat badan berlebihan atau obesiti diberikan kepada tiga kumpulan yang menerima sekatan tenaga (-500 kcal / hari): kawalan (CT, kacang bebas), kacang gajus (CN, 30 g / hari), atau minyak kacang gajus (OL, 30 mL / hari). Dalam intervensi ini, laktulosa air kencing dan manitol, zonulin plasma dan protein pengikat lipopolysaccharide (LBP), interleukin plasma (IL-6, TNF- α , IL-10, IL-1 β , IL-8, dan IL-12p70), dan protein C-reaktif telah dianalisis. Selepas 8 minggu intervensi, semua kumpulan didapati telah mengurangkan lemak badan (kg), berat badan, dan beberapa penunjuk adipositi yang lain, tanpa kesan berbeza daripada kacang gajus atau minyak kacang gajus. Namun, peserta dalam kumpulan rawatan intervensi telah dilaporkan mengalami pengurangan tambahan dalam penanda aterogenik, biomarker fungsi hati, dan faktor risiko kardiovaskular (Meneguelli et al., 2024).

Hasil kajian perintis dalam kalangan kanak-kanak malnutrisi oleh Pereira de Jesus Costa et al. (2020) telah melaporkan bahawa penggunaan tepung biji kacang gajus dalam tempoh 24 minggu mempunyai kesan positif ke atas parameter hemoglobin, HDL, dan LDL terglikasi dalam kanak-kanak kurang zat makanan sederhana. Selain dari itu, kajian Brito et al. (2025) juga telah melaporkan manfaat metabolik awal dalam kajian rawak terbuka terhadap kanak-kanak berlebihan berat badan (obes) di mana pengambilan biskut yang mengandungi tepung kacang gajus oleh kanak-kanak ini mampu untuk mengurangkan glukosa dalam darah serta biomarker kolesterol bukan HDL.

Terdapat beberapa percubaan klinikal berdaftar masih sedang dijalankan, termasuk imunoterapi protein kacang gajus untuk rawatan alahan (NCT06328504) serta intervensi jus epal gajus (NCT02560077). Walaupun dapatan awal ini menyokong potensi terapeutik *A. occidentale*, penyelidikan klinikal yang lebih besar, rawak dan terkawal plasebo amat diperlukan bagi mengesahkan keberkesanan serta keselamatannya.

Secara keseluruhannya, walaupun *A. occidentale* menunjukkan potensi terapeutik melalui dapatan praklinikal yang menyokong keberkesanan dalam pengurusan diabetes, keradangan, dan penyembuhan luka, namun, bukti klinikal masih terhad kepada kajian pemakanan kacang gajus. Kajian klinikal berskala besar, rawak, dan terkawal plasebo amat diperlukan untuk mengesahkan keberkesanan serta keselamatan penggunaannya dalam konteks perubatan arus perdana.

KAJIAN LEPAS DAN JURANG PENYELIDIKAN *A. occidentale*

Jadual 3 merumuskan secara menyeluruh perkembangan penyelidikan berkaitan *Anacardium occidentale* merentas pelbagai aktiviti biologi seperti antioksidan, antidiabetik, anti-radang, kardioprotektif, antimikrob, antikulat, antiproliferatif dan aplikasi nutrisi klinikal. Kajian telah menunjukkan pola konsisten bahawa tumbuhan perubatan ini mempunyai potensi bioaktif yang luas namun masih banyak kajian terhad kepada peringkat in vitro dan in vivo tanpa pengesahan klinikal yang kukuh.

Secara ringkasnya, jadual ini telah menonjolkan kekuatan penyelidikan terdahulu seperti pengenalan fenolik utama, bukti mekanisme antioksidan, kesan biologi terhadap model haiwan diabetes, hipertensi dan keradangan, serta potensi aplikasi dalam modifikasi diet; namun pada masa yang sama, ia turut menegaskan batasan ketara seperti kekurangan kajian mekanistik mendalam, penggunaan ekstrak kasar tanpa pengasingan sebatian aktif, kekangan saiz sampel, dan ketiadaan kajian klinikal jangka panjang.

Berdasarkan perbandingan metodologi dan dapatan, kajian ini turut menonjolkan batasan pengetahuan yang masih belum diterokai, sekali gus mengukuhkan rasional dan keperluan bagi kajian lanjutan terhadap *A. occidentale*, khususnya dari segi standardisasi ekstrak, pengesahan mekanisme laluan molekul, serta penilaian klinikal yang lebih mantap.

Jadual 3: Ringkasan kajian lepas melibatkan *A. occidentale*

Penulis	Tahun	Kaedah kajian	Dapatan utama	Jurang Penyelidikan
---------	-------	---------------	---------------	---------------------

Chiang Chan et al.	2014	<i>In vitro</i> ; perbandingan antioksidan 10 herba ulam	Daun <i>A. occidentale</i> menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi	Tidak mengenal pasti sebatian aktif; tiada evaluasi biologi lanjutan
Tan & Chan	2014	<i>In vitro</i>	Ekstrak daun menunjukkan aktivitas antioksidan kuat	Tiada evaluasi biologi lanjutan
Kongkachuichai et al.	2015	Analisis fenolik & antioksidan (Thailand)	Daun muda berada di tangga kedua daripada 13 sayuran asli	Analisis kimia; tiada kajian mekanisme tindakan
Duangjan et al.	2021	<i>In vitro</i>	Asid galik, katekin & kuersetin dikenalpasti sebagai sebatian fenolik utama; melindungi sel daripada tekanan oksidatif	Kajian menggunakan ekstrak kasar sahaja; mekanisme neuroprotektif belum disahkan dalam model <i>in vivo</i>
Sassi et al.	2022	<i>In vitro</i> ; analisis FBE & BFE, ujian DPPH	Ekstrak polifenol mempunyai nilai IC ₅₀ hampir setara dengan asid askorbik; flavonoid tinggi dalam kedua-dua ekstrak	Tiada evaluasi biologi lanjutan
Khayruzamri et al.	2023	<i>In vitro</i>	Aktiviti antioksidan tertinggi	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i>
Nehete et al.	2023	<i>In vivo</i>	Peningkatan pengecutan luka, TGF- β & hidrokisiprolin; aktiviti antioksidan disumbang oleh fenolik/flavonoid.	Aktiviti antioksidan tidak diuji secara spesifik; fokus utama pada luka
Oliveira et al.	2019	<i>In vivo</i> ; tikus diabetes (STZ)	Meningkatkan kelangsungan hidup, IL-10, menurunkan TNF- α , IL-1 β , IL-6	Terhad kepada model haiwan; dos optimum untuk manusia tidak ditentukan
Cordaro et al.	2020	<i>In vivo</i> ; model edema kaki tikus	Mengurangkan edema, menurunkan MPO, MDA, nitrit/nitrat, meningkatkan SOD, CAT, GSH	Terhad kepada model haiwan; tiada penilaian jangka panjang/klinikal
D' Amico et al.	2022	<i>In vivo</i> ; tikus hiperhomosisteneimia (HHcy)	Menurunkan TNF- α , IL-1 β , mengurangkan kecederaan histologi & fibrosis, meningkatkan Nrf2/HO-1.	Terhad kepada model haiwan; tiada penilaian jangka panjang/klinikal
Amorim et al.	2022	<i>In vitro</i> ; leukosit manusia <i>In vivo</i> ; embrio ikan zebra	Menurunkan ROS dalam PBMC, >75% viabiliti sel, dos tinggi menyebabkan embriotoksik pada ikan zebra	Keselamatan dos tinggi perlu kajian lanjut
Jaiswal et al.	2017	<i>In vivo</i> ; tikus neonatal diinduksi STZ	Menurunkan glukosa puasa dan HbA1c, memperbaiki profil lipid, memulihkan histologi hati, buah pinggang & kelompok Langerhans	Terhad kepada model haiwan; bukti klinikal belum disahkan & pengasingan sebatian bioaktif masih diperlukan
Damsud et al.	2021	<i>In vitro</i> ; ekstrak daun & pucuk, simulasi pencernaan gastrousus	Daun menunjukkan perencatan α -glukosidase paling kuat	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; perlu kajian klinikal lanjut
Archana et al.	2021	<i>In vitro</i> ; ekstrak akar & sel MIN6	Ekstrak 80% MAO meningkatkan rembesan insulin & ekspresi gen INS	Terhad kepada kajian sel <i>in vitro</i>
Encarnação et al.	2022	<i>In vivo</i> ; tikus diabetes jenis II	Menurunkan glukosa darah, merencat α -	Terhad kepada model haiwan; mekanisme

			glukosidase, asid galik sebagai sebatian utama	bioaktif belum dikenalpasti, perlu kajian klinikal lanjut
Samaila et al.	2025	<i>In vivo</i> ; tikus albino diinduksi aloksan	Menurunkan glukosa darah & meningkatkan sensitiviti reseptor insulin	Terhad kepada model haiwan
Emojewwe	2021	<i>In vivo</i> ; tikus Wistar hipertensi	Ekstrak metanol batang menurunkan SBP, DBP, MAP & HR, beban miokardium	Terhad kepada model haiwan; mekanisme molekul spesifik belum dikenalpasti
C. D. F. da Costa	2018	<i>In vitro</i> & <i>In vivo</i>	Ekstrak heksana daun menurunkan MAP & HR	Terhad kepada model haiwan; mekanisme molekul lengkap belum disahkan secara klinikal
Arsene & J	2016	<i>In vivo</i>	Ekstrak akueus kulit pokok menurunkan tekanan darah bergantung dos	Terhad kepada model haiwan; dos tinggi didapati memberi kesan sampingan sementara
Arise et al.	2021	<i>In vitro</i> ; hidrolisat protein kacang	Hidrolisat globulin menunjukkan perencatan ACE tertinggi; potensi sebagai peptida bioaktif antihipertensi	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; kajian <i>in vivo</i> dan klinikal diperlukan untuk penilaian menyeluruh
Varghese et al.	2013	<i>In vitro</i>	Ekstrak akueus dan metanol merencat <i>P. gingivalis</i> & <i>P. intermedia</i> ; kesan ekstrak akueus hampir setara klorheksidin	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i>
Anand et al.	2015	<i>In vitro</i>	Menekan <i>S. mutans</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>S. aureus</i> & <i>E. coli</i>	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; komponen bioaktif perlu dinilai untuk kesan antibakteria dan sitotoksik
Laxmanaswami & Urooj	2018	<i>In vitro</i>	Merencat bakteria Gram-positif & Gram-negatif; zon perencatan tertinggi pada <i>S. typhimurium</i> & <i>B. cereus</i>	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; dos optimum klinikal belum diketahui
Ain Nabihah Mohd Ali Jinah et al.	2020	<i>In vitro</i>	Ekstrak metanol 70% daun merencat <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> secara signifikan	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; kajian lanjut diperlukan menggunakan ekstrak metanol pada pelbagai kepekatan terhadap lebih banyak patogen
Nisa et al.	2024	<i>In vitro</i>	Fraksi etil asetat paling berkesan (MIC 0.5 mg/mL, <i>S. aureus</i>); flavonoid & fenolik penyumbang utama aktiviti.	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i>
Lidyawita et al.	2013	Rebusan kulit batang, model plat resin akrilik	Menekan pertumbuhan <i>C. albicans</i> sehingga 94.14%	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; perlu kajian lanjut terhadap keselamatan dan aplikasi klinikal
Philip et al.	2019	<i>In vitro</i>	Zon perencatan purata 24 – 25 mm terhadap strain kulat <i>Fusarium</i> ; berpotensi menandingi ubat antikulat konvensional	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i>

Tafinta et al.	2020	<i>In vitro</i>	Menekan <i>A. niger</i> bergantung dos; tiada kesan terhadap <i>R. stolonifer</i>	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> dan spesies tertentu sahaja
Andayanie et al.	2021	<i>Ex vivo</i>	Mengurangkan percambahan spora <i>Capnodium</i> sp.; ekstrak kulit biji paling berkesan	Terhad kepada model pertanian; keberkesanan dalam tanaman sebenar belum dikaji
Quejada et al.	2024	<i>In vitro</i>	Menghalang pertumbuhan <i>C. albicans</i> & <i>C. auris</i> dengan MIC rendah; potensi antikulat kukuh	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; kajian klinikal diperlukan untuk penggunaan terapeutik
Chan et al.	2023	<i>In vitro</i>	Kesan anti-proliferatif terhadap sel kanser MDA-MB-231, HT-29, HepG2	Terhad kepada kajian <i>in vitro</i> ; kajian lanjut diperlukan bagi mengenal pasti sebatian aktif dan potensi klinikal
da Silva et al.	2022	<i>In vivo</i>	Ekstrak 2% menunjukkan pengecutan luka lebih cepat dan signifikan	Terhad kepada model haiwan; tiada kajian mekanisme molekul atau klinikal
Akomolafe et al.	2024	<i>In vivo</i>	Memulihkan enzim penanda kerosakan jantung dan kapasiti antioksidan; memperbaiki perubahan histologi jantung	Terhad kepada model haiwan
Pereira de Jesus Costa et al.	2020	Kajian perintis pada kanak-kanak malnutrisi	Penggunaan tepung biji kacang gajus meningkatkan hemoglobin HDL dan LDL terglifikasi	Saiz sampel terhad
Meneguelli et al.	2024	Kajian intervensi rawak terkawal pada dewasa obes	Pengambilan kacang/minyak gajus menurunkan faktor risiko kardiovaskular, penanda keradangan & biomarker fungsi hati	Tempoh kajian pendek, jumlah peserta sederhana
Brito et al.	2025	Kajian rawak terbuka pada kanak-kanak obes	Biskut mengandungi tepung kacang gajus menurunkan glukosa darah dan kolesterol bukan HDL	Kajian terbuka; perlu kajian lebih besar dan terkawal

POTENSI BIOTEKNOLOGI DAN CADANGAN KAJIAN MASA HADAPAN

Kajian klinikal fasa II dan III dengan reka bentuk terkawal plasebo perlu dilaksanakan secara lebih meluas untuk menilai keberkesanan, keselamatan, dan dos optimum penggunaan ekstrak atau sebatian bioaktif tulen daripada *A. occidentale* dalam mengawal pelbagai keadaan penyakit, termasuk penyakit keradangan, jangkitan bakteria dan kulat, serta gangguan metabolik seperti diabetes dan hipertensi. Penyelidikan farmakokinetik dan farmakodinamik juga sangat penting bagi mengkaji penyerapan, pengedaran, metabolisme, dan ekskresi bahan aktif tersebut dalam organisma hidup.

Daripada sudut bioteknologi, kajian perlu memfokuskan kepada optimasi teknik kultur tisu menggunakan medium yang diperkaya dengan hormon tanaman khusus seperti sitokinin dan auksin untuk meningkatkan penghasilan metabolit sekunder secara berkualiti tinggi dan berterusan. Penggunaan bioreaktor serta kaedah fermentasi mikroorganisma untuk sintesis semula metabolit sekunder aktif patut diterokai sebagai alternatif yang mampan dan berupaya meningkatkan kapasiti pengeluaran. Teknologi penghantaran ubat terkini seperti nanopartikel biodegradable, liposom, dan

nanogel berpotensi meningkatkan bioavailabiliti, kestabilan, penargetan spesifik, dan keberkesanan terapeutik fitosebatian aktif daripada *A. occidentale*, dengan ujian farmasetika dan toksikologi yang menyeluruh untuk menjamin keselamatan.

Kolaborasi multidisiplin yang erat antara ahli farmakologi, bioteknologi, kimia farmaseutikal, dan klinikal sangat diperlukan untuk membangunkan pendekatan holistik dan strategik dalam memaksimumkan potensi tumbuhan ini. Kajian lanjutan yang dilakukan secara sistematik dengan metodologi saintifik yang mantap, penggunaan teknologi canggih, dan pembinaan bukti empirik terpadu akan memperkukuh kredibiliti serta mempercepatkan transformasi penemuan makmal kepada aplikasi klinikal yang inovatif, selamat, dan berkesan. Pendekatan ini bukan sahaja dapat mengukuhkan kedudukan *A. occidentale* sebagai sumber phytomedisin utama, tetapi juga membuka peluang pembangunan produk nutraseutikal dan farmaseutikal berasaskan bukti yang kompetitif di peringkat antarabangsa

KESIMPULAN

Secara umum, *A. occidentale* atau pokok gajus telah terbukti sebagai tumbuhan dengan mempunyai potensi perubatan dan nilai ekonomi yang signifikan. Kajian mendapati bahawa hampir semua bahagian pokok ini seperti daun, kulit batang, biji, dan buah mengandungi pelbagai sebatian bioaktif termasuk flavonoid, fenolik, tanin, dan alkaloid yang memberikan pelbagai faedah kepada kesihatan manusia. Antara aktiviti farmakologi yang dikenal pasti adalah ciri antioksidan, antidiabetik, anti-radang, antihipertensi, antibakteria, penyembuhan luka, dan perlindungan kardiovaskular. Di samping itu, keberkesanan daripada hasil ekstrak pokok gajus dalam merawat cirit-birit dan kanser juga memberikan bukti yang kuat mengenai potensinya sebagai agen terapeutik semulajadi. Dari segi penggunaan tradisional, tumbuhan ini telah digunakan secara generasi ke generasi dalam perubatan tradisional untuk menyembuhkan pelbagai isu kesihatan seperti luka, buasir, demam, dan sakit tekak. Ini mencerminkan adanya kesinambungan antara pengetahuan tradisional dan bukti saintifik moden. Selain itu, kajian klinikal awal yang melibatkan pesakit obesiti dengan ekstrak gajus telah menunjukkan keberkesanan dengan mengurangkan faktor risiko kardiovaskular, penanda keradangan, kadar gula dalam darah serta biomarker kolesterol bukan HDL. Walau bagaimanapun, kajian lanjut yang lebih besar dan ujian klinikal yang lebih komprehensif masih diperlukan untuk mengesahkan potensi sebenar *A. occidentale* sebagai bahan aktif dalam penghasilan produk farmaseutikal dan perubatan moden. Oleh itu, penyertaan aktif penyelidik dalam bidang botani, farmasi, dan kesihatan sangat penting untuk meneruskan penyelidikan tentang faedah luar biasa pokok gajus ini kepada masyarakat dan industri perubatan global.

PENGHARGAAN

Penyelidikan ini telah dibiayai oleh geran Dana Impak Perdana 2.0 (DIP-2023-013) Universiti kebangsaan Malaysia. Penghargaan istimewa buat pelajar LMRB1502 Kumpulan Dr. Murni, Semester 2, 2024/2025.

RUJUKAN

- Ain Nabihah Mohd Ali Jinah, N., Ahmad Yusof, H., & Mat Jusoh, H. (2020). Antimicrobial properties of *Anacardium occidentale* (cashew) leaf extract against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *International Journal of Allied Health Sciences*, 4(3), 1496-1506.
- Akomolafe, S. F., Kehinde, A. J., Ajayi, O. B., Olofinniyi, J. A., & Olasehinde, T. A. (2024). Assessment of the effect of cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut-supplemented diet on key biochemical indices relevant to cardiac function in cisplatin-induced cardiotoxic rats. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 8(3), 6705–6712.
- Amorim, L. S., Marques Goes, P. E., Figueiredo, R. D. A., Souza, J. A. da C. R., Tavares, J. F., Castellano, L. R. C., Castro, R. D. de, Farias, D., & de Aquino, S. G. (2022). *In vitro* antibacterial and anti-inflammatory effects of *Anacardium occidentale* L. extracts and their toxicity on PBMCs and zebrafish embryos. *Drug and Chemical Toxicology*, 45(6), 2653–2663.

- Anand, G., Ravinanthan, M., Basaviah, R., & Shetty, A. (2015). *In vitro* antimicrobial and cytotoxic effects of *Anacardium occidentale* and *Mangifera indica* in oral care. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 7(1), 69–74.
- Andayanie, W. R., Lukito, M., & Chasanatun, F. (2021). Antifungal of Cashew (*Anacardium occidentale* Linn) leaves, nutshells, and peduncle bagasse ashes extracts against sooty mould fungi (*Capnodium* sp). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1011(1), 012039.
- Anorue, E. C., Joshua, P. E., & Asogwa, O. C. (2025). Evaluation of anti-inflammatory and anti-oxidant properties of *Anacardium occidentale* leaf. *Inflammopharmacology*, 33(6), 3377–3401.
- Archana, T., Soumya, K., James, J., & Sudhakaran, S. (2021). Root extracts of *Anacardium occidentale* reduce hyperglycemia and oxidative stress *in vitro*. *Clinical Phytoscience*, 7(1), 57.
- Arise, R. O., Taofeek, O. O., Babaita, K., Adeoye, R. I., & Osemwegie, O. (2021). Blood pressure and sugar regulating potentials of *Anarcadium occidentale* nut globulin and albumin hydrolysates. *Heliyon*, 7(3), e06384.
- Arsene, M., J, Abo K. J. C., Kassi, Y. T., Irie Bi, J. S. (2016). The effect of an aqueous extract of bark of (Anacardiaceae) on arterial blood pressure and respiratory movements in the rabbit. *International Journal of Current Research*, 8(12), 42727-42733.
- Blomhoff, R., Carlsen, M. H., Andersen, L. F., & Jacobs, D. R. (2006). Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. *The British Journal of Nutrition*, 96 Suppl 2, S52-60.
- Bukola, A.-O., Audu, C., & Anoze, M. (2018). Antibacterial Activity of *Anacardium occidentale* (cashew) leaf extracts on *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Health and Pharmaceutical Research*, 4(1).
- Brito, L. B., Leal, B. O., da Silva, J. R., Barbosa, K. M. P., da Silva, V. T., Costa, A. S., ... & de Araújo, M. F. M. (2025). Effect of the consumption of cashew nut (*Anacardium occidentale* l.) flour-based biscuits in overweight children: a pilot randomized clinical trial. *Nutrición hospitalaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE)*, 42(1), 19-25.
- Chabi Sika, K., Adoukonou-Sagbadja, H., Adigoun, F., Aliou, S., Sika, C. K., E, A. L., A, A. F., & O, K. S. (2013). Indigenous knowledge and traditional management of cashew (*Anacardium occidentale* L.) genetic resources in Benin. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 1(5), 375-382.
- Chan, E. W. C., Baba, S., Chan, H. T., Kainuma, M., Inoue, T., & Wong, S. K. (2017). Ulam herbs: A review on the medicinal properties of *Anacardium occidentale* and *Barringtonia racemosa*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(2), 241–247.
- Chan, P. K., Shafie, N. H., Meli, M. A. A., & Loh, S. P. (2023). Phytochemicals screening and anti-proliferative activities of *Anacardium occidentale* shoot extract in breast cancer cells. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 19(5), 202–210.
- Chen, Y., Li, N., Guo, X., Huang, H., Garcia-Oliveira, P., Sun, J., Zhang, J., Prieto, M. A., Guo, Z., & Liu, C. (2023). The nutritional and bio-active constituents, functional activities, and industrial applications of cashew (*Anacardium occidentale*). *Food Frontiers*, 4(4), 1606–1621.
- Chiang Chan, E. W., Ping Tan, Y., Jia Chin, S., Yi Gan, L., Xian Kang, K., Hong Fong, C., Qi Chang, H., & Chern How, Y. (2014). Antioxidant properties of selected fresh and processed herbs and vegetables. *Free Radicals and Antioxidants*, 4(1), 39–46.
- Cordaro, M., Siracusa, R., Fusco, R., D'amico, R., Peritore, A. F., Gugliandolo, E., Genovese, T., Scuto, M., Crupi, R., Mandalari, G., Cuzzocrea, S., Di Paola, R., & Impellizzeri, D. (2020). Cashew

- (*Anacardium occidentale* L.) nuts counteract oxidative stress and inflammation in an acute experimental model of carrageenan-induced paw edema. *Antioxidants*, 9(8), 1–19.
- Costa, A. R., Silva, J. R. de L., de Oliveira, T. J. S., da Silva, T. G., Pereira, P. S., Borba, E. F. de O., de Brito, E. S., Ribeiro, P. R. V., Almeida-Bezerra, J. W., Júnior, J. T. C., de Menezes, I. R. A., Kamdem, J. P., Duarte, A. E., & Barros, L. M. (2020). Phytochemical profile of *Anacardium occidentale* L. (cashew tree) and the cytotoxic and toxicological evaluation of its bark and leaf extracts. *South African Journal of Botany*, 135(2020), 355–364.
- ClinicalTrials.gov. Efficacy of Cashew Nut Protein Immunotherapy (NCT06328504). Available at: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT06328504>
- ClinicalTrials.gov. Effect of Cashew Apple Juice on Health Outcomes (NCT02560077). Available at: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT02560077>
- da Costa, C. D. F., Herculano, E. A., Silva, J. C. G., Paulino, E. T., Bernardino, A. C., Araújo-Júnior, J. X., Sant’Ana, A. E. G., Salvador, M. J., & Ribeiro, Ê. A. N. (2018). Hypotensive, vasorelaxant and antihypertensive activities of the hexane extract of *Anacardium occidentale* Linn. *Archives of Biological Sciences*, 70(3), 459–468.
- da Silva, D. C. G., da Silva, H. M., Franco, P. P., Do Carmo, T. J. A. V., Dos Santos, D. R., Silveira, E. L., Pinto, A. C. G., de Andrade, M. A., & Chaves, R. H. de F. (2022). *Anacardium occidentale* L. (cajueiro) in the healing of skin wounds: an experimental study in rats. *Acta Cirurgica Brasileira*, 37(10).
- Dakuyo, R., Konaté, K., Bazié, D., Sanou, A., Kaboré, K., Sama, H., Santara, B., Konkobo, F. A., & Dicko, M. H. (2022). Correlating the morphology of *Anacardium occidentale* L. fruits from 30 orchards with their physicochemical and nutritional properties. *Frontiers in Plant Science*, 13.
- D’amico, R., Cordaro, M., Fusco, R., Peritore, A. F., Genovese, T., Gugliandolo, E., Crupi, R., Mandalari, G., Caccamo, D., Cuzzocrea, S., Di Paola, R., Siracusa, R., & Impellizzeri, D. (2022). Consumption of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nuts counteracts oxidative stress and tissue inflammation in mild hyperhomocysteinemia in rats. *Nutrients*, 14(7), 1474.
- Damsud, T., Tedphum, T., Sukkrong, C., & Lila, M. A. (2021). Anti-diabetic potential of cashew nut (*Anacardium occidentale*) shoots and leaves extracts under simulated *in vitro* digestion. *Science & Technology Asia*, 26(2), 138–144.
- De Carvalho Nilo Bitu, V., De Carvalho Nilo Bitu, V., Matias, E. F. F., De Lima, W. P., Da Costa Portelo, A., Coutinho, H. D. M., & De Menezes, I. R. A. (2015). Ethnopharmacological study of plants sold for therapeutic purposes in public markets in Northeast Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 172, 265–272.
- Duangjan, C., Rangsinth, P., Zhang, S., Wink, M., & Tencomnao, T. (2021). *Anacardium occidentale* L. leaf extracts protect against glutamate/H₂O₂-induced oxidative toxicity and induce neurite outgrowth: The involvement of SIRT1/Nrf2 signaling pathway and teneurin 4 transmembrane protein. *Frontiers in Pharmacology*, 12.
- Emojewwe, V. (2021). Effects of methanol fraction of *Anacardium occidentale* (cashew) bark extract on salt-induced hypertension in rats. *Progress in Medical Sciences*, 5(2), 1–7.
- Encarnação, S., de Mello-Sampayo, C., Carrapiço, B., São Braz, B., Jordão, A. P., Peleteiro, C., Catarino, L., Silva, I. B. M. da, Gouveia, L. F., Lima, B. S., & Silva, O. (2022). *Anacardium occidentale* bark as an antidiabetic agent. *Plants*, 11(19), 2637.
- Encarnação, S., de Mello-Sampayo, C., Graça, N. A. G., Catarino, L., da Silva, I. B. M., Lima, B. S., & Silva, O. M. D. (2016). Total phenolic content, antioxidant activity and pre-clinical safety

- evaluation of an *Anacardium occidentale* stem bark Portuguese hypoglycemic traditional herbal preparation. *Industrial Crops and Products*, 82, 171–178.
- Erhenhi, H. A., Emmanuel Ede, L., H, E. A., E, L. E., & A, O. R. (2016). Medicinal plant used for the treatment of skin diseases in Edo State, Nigeria. *Journal of Medicinal Plant and Herbal Therapy Research*, 4(2016), 25–29.
- Girón, L. M., Freire, V., Alonzo, A., & Cáceres, A. (1991). Ethnobotanical survey of the medicinal flora used by the Caribs of Guatemala. *Journal of Ethnopharmacology*, 34(2–3), 173–187.
- Jaiswal, Y. S., Tatke, P. A., Gabhe, S. Y., & Vaidya, A. B. (2017). Antidiabetic activity of extracts of *Anacardium occidentale* Linn. leaves on n-streptozotocin diabetic rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(4), 421–427.
- Khayruzamri, M. A., Wan Mohd Samsudin, W. N. A., & Hashim, S. E. (2023). Phytochemicals and antioxidant activity of *Anacardium occidentale* L. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 11(1), 59–63.
- Kongkachuichai, R., Charoensiri, R., Yakoh, K., Kringkasemsee, A., & Insung, P. (2015). Nutrients value and antioxidant content of indigenous vegetables from Southern Thailand. *Food Chemistry*, 173, 838–846.
- Kurniasari, R., Suzery, M., & Cahyono, B. (2024). Analysis of total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of cashew leaf extract (*Anacardium occidentale* L.) with varying ethanol concentrations. *Jurnal Riset Kimia*, 15(2), 116–130.
- Laxmanaswami, B., & Urooj, A. (2018). Phytochemical profile and antimicrobial activity of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 095–098.
- Lidyawita, R., Sudarsono, & Harsini. (2013). Antifungal activities of boiled cashew bark (*Anacardium occidentale* l.) on *C. albicans* in acrylic resin. *Traditional Medicine Journal*, 18(1), 2013.
- Khayruzamri, M. A., Wan Mohd Samsudin, W. N. A., & Hashim, S. E. (2023). Phytochemicals and antioxidant activity of *Anacardium occidentale* L. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 11(1), 59–63.
- Medzhitov, R. (2021). The spectrum of inflammatory responses. *Science*, 374(6571), 1070–1075.
- Meneguelli, T. S., Claudia, A., Wendling, A. L., Dionísio, A. P., Bressan, J., Duarte, S., Tako, E., & Hermana, H. (2024). Cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) and cashew nut oil reduce cardiovascular risk factors in adults on weight-loss treatment: a randomized controlled three-arm trial (Brazilian Nuts Study). *Frontiers in Nutrition*, 11.
- Meneguelli, T. S., Wendling, A. L., Kravchychyn, A. C. P., Rocha, D. M. U. P., Dionísio, A. P., Bressan, J., ... & Hermsdorff, H. H. M. (2024). Effects of Cashew Nuts (*Anacardium occidentale* L.) and Cashew Nut Oil on Intestinal Permeability and Inflammatory Markers during an Energy-Restricted 8-Week Intervention: A Randomized Controlled Trial (Brazilian Nuts Study). *Foods*, 13(18), 2917.
- Nehete, M., De, S., Degani, M., & Tatke, P. (2023). A topical formulation of *Anacardium occidentale* L. leaves extract enhances wound healing via mediating TNF- α and TGF- β . *Indian Journal of Experimental Biology*, 61(6), 424–435.
- Nisa, K., Hasanah, A. U., Damayanti, E., Frediansyah, A., Anwar, M., Khumaira, A., & Anindita, N. S. (2024). *In vitro* antibacterial activity and phytochemical profiling of Indonesian *Anacardium*

- occidentale* L. leaf extract and fractions. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*, 12(1), 50–72.
- Nor, A. H., Ali, A., Shukri, M. A. M., Razali, M., & Alia, A. (2016). Antimicrobial potency of essential oil from cashew (*Anacardium occidentale* Linn.) clones. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc*, 44(1), 73–80.
- Nugroho, A. E., Abdul Malik, & Pramono, S. (2013). Total phenolic and flavonoids content, and *in vitro* antihypertension activity of purified extract of Indonesian cashew leaves (*A. occidentale* L.). *International Food Research Journal*, 20(1), 299–305.
- Oliveira, A. S., Nascimento, J. R., Trovão, L. O., Alves, P. C. S., Maciel, M. C. G., Silva, L. D. M., Marques, A. A., Santos, A. P. S. A., Silva, L. A., Nascimento, F. R. F., & Guerra, R. N. M. (2019). The anti-inflammatory activity of *Anacardium occidentale* L. increases the lifespan of diabetic mice with lethal sepsis. *Journal of Ethnopharmacology*, 236, 345–353.
- Paiva, J. R. de, Barros, L. de M., & Cavalcanti, J. J. V. (2009). Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Breeding: A Global Perspective. *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*, 287–324.
- Philip, I., Tunrayo, S., Idara, C., Adaze, E., Chinonyelum, N., Nwachukwu, C., Ekpereka, N., & Okechukwu, C. (2019). Antifungal properties of methanolic leaf extract of *Anacardium occidentale* L (cashew) against fusarial isolates from human and plant origin. *Pharmacologyonline*, 15(1), 117–135.
- Pereira de Jesus Costa, A. C., Kelly dos Santos Silva, M., Batista de Oliveira, S., Silva, L. L., Silva, A. C., Barroso, R. B., ... & Araújo, M. F. M. D. (2020). Effects of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) seed flour in moderately malnourished children: Randomized clinical trial. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2020(1), 6980754.
- Quejada, L. F., Hernandez, A. X., Chitiva, L. C., Bravo-Chaucanés, C. P., Vargas-Casanova, Y., Faria, R. X., Costa, G. M., & Parra-Giraldo, C. M. (2024). Unmasking the antifungal activity of *Anacardium occidentale* leaf extract against *Candida albicans*. *Journal of Fungi*, 10(7), 464.
- Rajesh, B. R., Kumari, P. C., & Mtp, M. (2015). Antioxidant and antimicrobial activity of leaves of *Terminalia catappa* and *Anacardium occidentale*: A comparative study. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(1), 79–82.
- Samaila, U. K., Abdullahi, I., & Onyema, R. (2025). Hypoglycemic effect of aqueous extract of cashew plant leaves (*Anacardium occidentale*) on alloxan induced albino rats. *Journal of Health and Pharmacology*, 12(1), 33–36.
- Sassi, A., Normah, H., Khattak, M. M. A. K., & Hanapi, M. J. (2022). Analysis of phenolic profile, total phenolic content and antioxidant activity in *Anacardium occidentale* leaves. *Food Research*, 6(1), 20–26.
- Sinlapapanya, P., Sumpavapol, P., Nirmal, N., Zhang, B., Hong, H., & Benjakul, S. (2022). Ethanolic cashew leaf extract: antimicrobial activity, mode of action, and retardation of spoilage bacteria in refrigerated Nile Tilapia slices. *Foods*, 11(21), 3461.
- Tafinta, I. Y., Okoye, N. H., Batagarawa, U. S., Hamma, I. I., & Abubakar, M. (2020a). Phytochemical screening and antifungal activities of cashew (*Anacardium occidentale* Linn.) leaves Extract on some fungal isolates. *Asian Plant Research Journal*, 5(3), 30–37.
- Taiwo, B. J., Fatokun, A. A., Olubiyi, O. O., Bamigboye-Taiwo, O. T., van Heerden, F. R., & Wright, C. W. (2017). Identification of compounds with cytotoxic activity from the leaf of the Nigerian medicinal plant, *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 25(8), 2327–2335.

- Tan, Y. P., & Chan, E. W. C. (2014). Antioxidant, antityrosinase and antibacterial properties of fresh and processed leaves of *Anacardium occidentale* and Piper betle. *Food Bioscience*, 6, 17–23.
- Togola, I., Kaya, Y., Diarra, N., Abdoulaye Konare, M., Denou, A., & Sanogo, R. (2020). Comparative study of the phytochemistry and antioxidant activity of *Anacardium occidentale* (L.) leaf and stem bark extracts. *Journal of Diseases and Medicinal Plants*, 6(3), 72.
- Varghese, J., Tumkur, V. K., Ballal, V., & Bhat, G. S. (2013). Antimicrobial effect of *Anacardium occidentale* leaf extract against pathogens causing periodontal disease. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 04(08), 15–18.
- Vijayakumar, A. doss, & Kalaichelvan, P. T. (2011). Antioxidant and antimicrobial activity using different extracts of *Anacardium occidentale* L. *International Journal of Advanced Biological and Pharmaceutical Technology*, 2(3), 436–443.