

Ekstraksi Senyawa Bioaktif Kulit Jengkol (*Archidendron jiringa*) dengan Konsentrasi Pelarut Metanol Berbeda sebagai Pakan Tambahan Ternak Ruminansia

Extraction of Jengkol (*Archidendron jiringa*) Peel Bioactive Compounds with Different Concentrations of Methanol Solvents as Supplementary Feed for Ruminants

R A Alfauzi, L Hartati, D Suhendra, T P Rahayu, N Hidayah*

Corresponding email:
nurhidayah@untidar.ac.id

Program Studi Peternakan,
Fakultas Pertanian, Universitas
Tidar, Jl. Kapten Suparman 39
Magelang, Jawa Tengah,
Indonesia

Submitted : 21st August 2022

Accepted : 9th December 2022

ABSTRACT

This study aimed to determine the quantitative differences of bioactive compounds in jengkol peel with different concentrations of methanol solvents. Maceration method was used for the extraction process, while the content of bioactive compounds was measured using a uv-vis spectrophotometer. This study was designed in a complete randomized design (CRD) with five treatments of solvents (100% aquadest, methanol 24%, methanol 48%, methanol 72%, and methanol 96%) and four replications. The observed variables in this study included the yield of extracts, tannins, saponins, flavonoids, and total phenols. Data was analyzed using Analysis of Variance (ANOVA). The significant different data was further analyzed using DMRT to compare the treatments' means. The results showed that the use of methanol solvent at different concentrations had no significant effect on the extract yield (4.50-5.50%) and total phenol (0.97-1.52%), whereas it had a significant effect on the content of tannins, saponins, flavonoids. The lowest tannins (2.98%), saponins (7.64%), and flavonoids (0.18%) content were produced by aquadest 100% solvent. The highest tannins (7.83%) content was produced by methanol 72%, while saponin (20.81%) and flavonoid (0.40%) content were produced by methanol 96%. The use of methanol solvent at a concentration of 72% to 96% is able to attract the most effective bioactive compounds in jengkol peel to utilize as a ruminant feed additive.

Key words: *Archidendron jiringa*, bioactive compound, jengkol peel, methanol

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbedaan kandungan senyawa bioaktif secara kuantitatif ekstraksi kulit jengkol dengan konsentrasi pelarut metanol yang berbeda. Metode ekstraksi yang digunakan yaitu metode maserasi dan pengukuran kandungan senyawa bioaktif menggunakan spektrofotometer uv-vis. Rancangan percobaan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap 5 perlakuan pelarut (akuades 100%, metanol 24%, metanol 48%, metanol 72%, dan metanol 96%) dengan 4 kali ulangan. Variabel penelitian ini yaitu rendemen ekstrak, tanin, saponin, flavonoid, dan total fenol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi pelarut metanol tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen ekstrak (4,50%-5,50%) dan total fenol (0,97%-1,52%), berpengaruh nyata terhadap kandungan tanin, saponin, dan flavonoid. Tannin, saponin, dan flavonoid terendah dihasilkan dari pelarut aquadest 100% menghasilkan (2,98%, 7,64%, 0,18% secara berurutan). Kandungan tertinggi tanin (7,83%) dari pelarut metanol 72%, sementara saponin (20,81%) dan flavonoid (0,40%) dari pelarut metanol 96%. Penggunaan pelarut metanol pada konsentrasi 72% hingga 96% mampu menarik kandungan senyawa bioaktif yang paling efektif pada kulit jengkol (*Archidendron jiringa*) sebagai pakan tambahan ternak ruminansia.

Kata kunci: *Archidendron jiringa*, kulit jengkol, metanol, senyawa bioaktif

PENDAHULUAN

Ternak ruminansia memiliki peranan yang penting dalam penyediaan pangan dan keberlanjutan sistem produksi pertanian. Produk ternak ruminansia menyediakan pasokan gizi penting untuk manusia diantaranya asam amino, asam lemak, vitamin, dan mineral. Namun produksi ternak ruminansia harus diiringi dengan manajemen pemberian pakan yang baik untuk menurunkan produksi metan (CH_4) enterik dan meningkatkan produktivitas ternak. Pandey et al. (2021) melaporkan bahwa ternak ruminansia seperti sapi, kambing, dan domba berkontribusi pada produksi metan sebesar 17% dari total emisi antropogenik, metan enterik (CH_4) yang dihasilkan berasal dari proses fermentasi pakan di rumen. Fermentasi enterik ini menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan hidrogen (H_2) yang kemudian berperan dalam pembentukan CH_4 dalam jalur reduksi oleh mikrobial archaea selama proses metanogenesis (Broucek, 2014). Selain menyumbang dalam produksi gas rumah kaca, metan enterik ternak ruminansia juga merugikan ternak karena sekitar 3 sampai 12% energi tercerna dari pakan yang seharusnya digunakan dalam produksi hilang menjadi metan (Mayberry et al. 2019).

Salah satu pendekatan meminimalisasi emisi gas metan pada ternak ruminansia adalah penggunaan pakan tambahan dengan kandungan senyawa bioaktif (tanin dan saponin) (Honan et al. 2021). Tanaman jengkol atau memiliki nama latin *Archidendron jiringa* adalah salah satu tanaman tropis yang dapat ditemui di negara bagian Asia Tenggara seperti Malaysia, Thailand, dan Indonesia. Daerah penghasil jengkol di Indonesia yaitu Sumatera Utara, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Kalimantan Barat (Maxiselly et al. 2016). Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu dari empat provinsi penghasil jengkol terbesar di Indonesia. Produksi jengkol di Jawa Tengah menempati posisi ke-3 setelah provinsi Lampung, dengan produksi sebanyak 11.127 ton (BPS, 2019). Kulit jengkol memiliki kandungan berbagai senyawa bioaktif seperti tanin, saponin, flavonoid, dan total fenol (Hidayah et al. 2019). Buah jengkol terdiri dari dua bagian yaitu kulit jengkol dan biji jengkol. Kulit jengkol memiliki persentase sebanyak 59,99% dari total buahnya, sisanya yaitu 40,01% merupakan biji jengkol. Persentase kulit jengkol yang tinggi tersebut maka diestimasikan akan menghasilkan limbah kulit jengkol sebanyak 5.563-7.566 ton. Berdasarkan persentase kulit jengkol yang sangat tinggi dibandingkan biji jengkol, maka berpotensi menimbulkan sampah dan pencemaran lingkungan, sehingga perlu upaya untuk mengatasinya.

Senyawa bioaktif kulit jengkol seperti tanin, saponin, flavonoid, dan total fenol dapat diketahui kandungannya melalui proses ekstraksi dan kuantifikasi menggunakan alat berupa spektrofotometer uv-vis. Metanol merupakan pelarut yang umum digunakan dalam proses ekstraksi dengan metode maserasi. Susanti et al. (2012) menyatakan bahwa pelarut metanol sering digunakan untuk mengisolasi senyawa organik bahan alam. Pelarut

metanol mampu menarik beberapa senyawa aktif seperti antosianin, terpenoid, saponins, tannins, xanthoxylines, totarol, quassinoids, lactones, flavones, phenones, dan polifenol.

Setiap senyawa bioaktif memiliki karakteristik kimia dan tingkat polaritas yang berbeda, sehingga diperlukan pelarut dengan konsentrasi dan jenis berbeda pula untuk mendapatkan ekstrak setiap senyawa bioaktif secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi pelarut metanol dan akuades yang paling efektif dalam ekstraksi senyawa bioaktif kulit jengkol (*Archidendron jiringa*). Ekstrak kulit jengkol (*Archidendron jiringa*) dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan yang kaya akan manfaat, mulai dari bidang kesehatan, pangan, pakan, hingga obat-obatan. Pada bidang peternakan ekstrak kulit jengkol yang mengandung senyawa bioaktif saponin, tanin, fenol, dan flavonoid dapat dimanfaatkan sebagai *feed additive* yang berguna untuk meningkatkan produktivitas ternak. Berdasarkan uraian potensi dan permasalahan diatas maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mendapatkan konsentrasi dan jenis larutan terbaik dalam proses ekstraksi senyawa bioaktif kulit jengkol (*Archidendron jiringa*), sehingga diharapkan mampu menghasilkan senyawa bioaktif kulit jengkol secara optimal.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, timbangan, mesin vakum, gelas kimia, mikro pipet, erlenmeyer, vacuum rotary evaporator, vortex, waterbath, spektrofotometer uv-vis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit jengkol, metanol, akuades, akuabides, asam tanat, asam galat, diosgenin, kuersetin, larutan Na_2CO_3 , H_2SO_4 70%, AlCl_3 10%, NaOH 10%, kalium asetat, reagen vanilin, dan reagen folin-ciocalteau. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan (perbedaan konsentrasi pelarut) dan 4 kali ulangan, yaitu :

P1: Akuades 100%

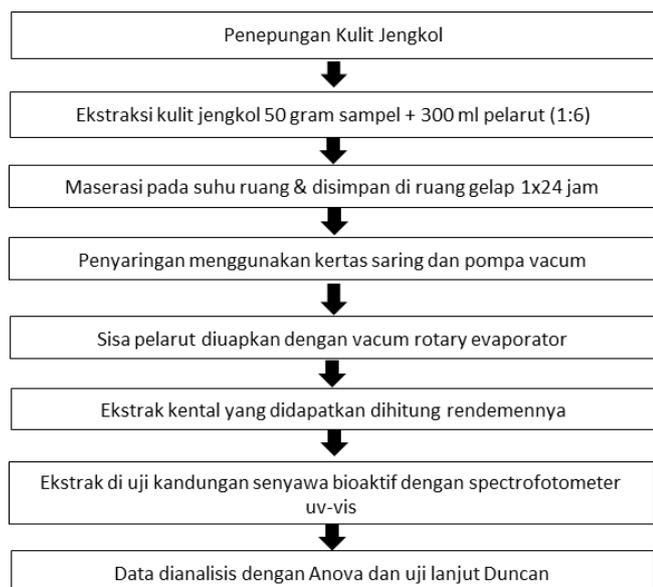
P2: Metanol 24% (75% akuades + 25% metanol)

P3: Metanol 48% (50% akuades + 50% metanol)

P4: Metanol 72% (25% akuades + 75% metanol)

P5: Metanol 96% (100% metanol)

Penelitian dilaksanakan dengan prosedur penepungan kulit jengkol, ekstraksi, maserasi, penyaringan dan penguapan (Gambar 1). Hasil ekstraksi dianalisis senyawa bioaktif yang terkandung dalam kulit jengkol. Selanjutnya data diuji dengan ANOVA dan parameter yang berbeda nyata diuji lanjut dengan Duncan.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak Kulit Jengkol

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil pengujian rendemen ekstrak dan senyawa bioaktif tanin, saponin, flavonoid, dan total fenol dari tepung kulit jengkol yang diekstrak menggunakan pelarut metanol dengan konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Rendemen merupakan perbandingan antara berat ekstrak yang didapatkan dengan berat sampel sebagai bahan baku. Semakin tinggi persentase rendemen ekstrak yang didapatkan maka menunjukkan ekstrak yang dihasilkan semakin besar (Nahor *et al.* 2020). Menurut Hasnaeni *et al.* (2019) hasil rendemen suatu sampel sangat diperlukan guna mengetahui berapa banyak ekstrak yang diperoleh selama proses ekstraksi. Hasil rendemen juga berhubungan dengan senyawa aktif suatu sampel. Lebih lanjut Harborne (1987) menyatakan bahwa tingginya kandungan senyawa aktif pada suatu sampel berhubungan dengan tingginya jumlah rendemen yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase rendemen ekstrak kulit jengkol (*Archidendron jiringa*) menggunakan berbagai

konsentrasi pelarut metanol menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata secara statistik.

Rendemen ekstrak kulit jengkol yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 4,5% hingga 5,0% (Tabel 1). Persentase rendemen ekstrak kulit jengkol yang didapatkan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, hal ini diduga karena metode ekstraksi yang digunakan dalam setiap perlakuan pada penelitian ini sama yaitu metode maserasi. Alsultan *et al.* (2017) menyatakan bahwa faktor yang memengaruhi jumlah ekstrak atau rendemen pada proses ekstraksi antara lain sifat dan kepolaran pelarut, jumlah komponen zat aktif yang terdapat dalam sampel, dan metode ekstraksi yang digunakan. Metode maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang paling mudah dan sederhana untuk dilakukan. Menurut Simanjuntak (2012) metode maserasi banyak dipilih dalam penelitian karena proses pengerjaannya yang mudah dan rendemen ekstrak yang dihasilkan cukup baik. Selain itu, senyawa aktif tidak mengalami kerusakan karena tidak menggunakan pemanasan.

Metode maserasi termasuk ke dalam metode cara dingin dan dilakukan dengan merendam serbuk simplisia ke dalam pelarut diikuti beberapa kali pengadukan pada suhu ruang 15-30°C. Namun demikian karena metode maserasi dilakukan dengan cara dingin sehingga pelarut tidak mengalami pemanasan akibatnya pelarut tidak mampu mengekstraksi seluruh komponen senyawa metabolit yang diinginkan. Lebih lanjut Nurhasanawati (2017) menyatakan bahwa pemanasan pelarut dalam proses ekstraksi mampu meningkatkan perpindahan zat metabolit ke dalam pelarut menjadi semakin cepat. Semakin tinggi suhu ekstraksi akan berbanding lurus dengan kecepatan pergerakan molekul ditambah dengan adanya sirkulasi pelarut akan meningkatkan laju perpindahan massa senyawa dari sel, akibatnya kontak zat dengan pelarut semakin sering sehingga ekstrak yang didapatkan semakin banyak. Penelitian yang dilakukan oleh Chairunnisa *et al.* (2019) tentang suhu ekstraksi dan lama waktu maserasi terhadap kadar saponin kasar daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) mendapatkan hasil rendemen ekstrak dan rata-rata kadar saponin optimal pada suhu ekstraksi 50°C dengan lama waktu maserasi selama 48 jam masing-masing sebesar 45,59% dan 40,84%.

Pada penelitian ini konsentrasi akuades pada pelarut metanol tidak meningkatkan hasil rendemen ekstrak, hal

Tabel 1 Persentase rendemen ekstrak dan senyawa bioaktif kulit jengkol (tanin, saponin, flavonoid, total fenol) yang diekstrak dengan berbagai konsentrasi pelarut metanol

Perlakuan	Variabel (%)				
	Rendemen Ekstrak ^{ns}	Tanin	Saponin	Flavonoid	Total Fenol ^{ns}
P1	5,0 ± 1,29	2,98 ± 0,43 ^a	7,64 ± 1,21 ^a	0,18 ± 0,04 ^a	1,39 ± 0,26
P2	5,5 ± 0,50	6,24 ± 0,59 ^b	11,7 ± 1,76 ^{ab}	0,24 ± 0,02 ^a	1,32 ± 0,19
P3	5,5 ± 0,50	6,83 ± 0,84 ^{bc}	12,86 ± 3,39 ^b	0,21 ± 0,03 ^a	0,97 ± 0,09
P4	5,0 ± 1,29	7,83 ± 0,28 ^c	16,27 ± 3,60 ^{bc}	0,24 ± 0,02 ^a	1,20 ± 0,04
P5	4,5 ± 0,50	6,29 ± 1,20 ^b	20,81 ± 4,32 ^c	0,40 ± 0,06 ^b	1,52 ± 0,67

abc : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). P1 = Akuades 100%, P2 = Metanol 24%, P3 = Metanol 48%, P4 = Metanol 72%, P5 Metanol 96%. ns : non signifikan

ini disebabkan karena air bersifat polar sedangkan metanol bersifat universal (polar, semi-polar, dan non polar) sehingga tidak hanya senyawa yang bersifat polar mampu diekstraksi namun senyawa bersifat universal juga ikut terekstrak. Mahasuari *et al.* (2020) menyatakan bahwa ditinjau dari tingkat polaritasnya, air memiliki polaritas yang tinggi sehingga mampu menarik senyawa polar sedangkan metanol merupakan pelarut universal yang mampu menarik senyawa polar, semi-polar, dan non polar. Lebih lanjut Wijekoon *et al.* (2011) menambahkan bahwa protein dan karbohidrat memiliki kelarutan yang lebih tinggi di dalam air dan metanol dibandingkan dalam etanol dan aseton. Salim *et al.* (2019) menambahkan bahwa penggunaan kombinasi air dan pelarut organik mampu meningkatkan ekstraksi bahan kimia yang larut dalam pelarut organik.

Persentase rendemen ekstrak kulit jengkol yang didapatkan pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Noviard *et al.* (2019) bahwa ekstrak kulit jengkol dengan pelarut etanol 70% menghasilkan rendemen ekstrak sebesar 6%. Ekstraksi kulit buah jengkol dengan pelarut etanol 70% dari proses maserasi yang dilakukan oleh Rizal *et al.* (2016) mendapatkan rendemen ekstrak sebesar 8,5%. Noviard *et al.* (2020) dalam penelitiannya yaitu menggunakan pelarut etanol 70% untuk mengekstraksi kulit jengkol dengan bobot simplisia sebesar 500 g didapatkan bobot ekstrak kental sebesar 300 g dan persentase rendemen ekstrak sebesar 60%. Sementara itu Sopian *et al.* (2020) dalam penelitiannya melaporkan bahwa ekstraksi kulit luar buah jengkol dengan menggunakan pelarut metanol 70% menghasilkan persentase rendemen ekstrak sebesar 5,8%.

Kadar Tanin Kulit Jengkol

Tanin merupakan salah satu senyawa bioaktif atau senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam tumbuhan. Secara umum tanin didefinisikan sebagai polifenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi dan dapat membentuk kompleks dengan protein. Tanin dilaporkan memiliki beberapa manfaat antara lain antidiare, antibakteri, astrigen, dan antioksidan (Malangngi *et al.* 2012). Hasil penelitian kandungan tanin ekstrak kulit jengkol menggunakan pelarut metanol menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$) pada setiap perlakuan (Tabel 1.) dengan nilai tertinggi pada perlakuan 4 (P4) yaitu sebesar 7,83% dan nilai terendah pada perlakuan 1 (P1) sebesar 2,98%. Secara berurutan kandungan tanin pada ekstrak kulit jengkol yaitu P4 (7,83%), P3 (6,83%), P5 (6,29%), P2 (6,24%), dan P1 (2,98).

Kandungan tanin yang berbeda nyata secara statistik dalam penelitian ini diduga karena penambahan akuades dalam pelarut metanol sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan konsentrasi metanol. Air dan metanol merupakan pelarut yang bersifat polar, senyawa bioaktif tanin juga memiliki sifat yang polar sehingga diduga kombinasi pelarut akuades (25%) dan metanol (75%) pada perlakuan P4 merupakan kombinasi yang

paling optimal dalam mengekstraksi senyawa bioaktif tanin. Tiwari *et al.* (2011) menyatakan bahwa metanol merupakan pelarut yang mampu melarutkan senyawa metabolit sekunder tanin. Doughari (2012) juga menyatakan bahwa tanin dapat larut dalam pelarut air dan alkohol. Menurut Sriwahyuni (2010) senyawa tanin memiliki banyak gugus OH yang menyebabkan sifatnya polar maka akan larut dalam pelarut polar seperti metanol sehingga tanin dapat terekstrak dalam pelarut metanol. Hal ini juga sesuai dengan prinsip ekstraksi yang didasarkan pada tingkat kepolaran pelarut dan senyawa bioaktifnya.

Harborne (1987) menyatakan bahwa senyawa dengan sifat polar akan larut dalam pelarut polar, senyawa dengan sifat semi polar akan larut dalam pelarut semi polar, dan senyawa dengan sifat non polar akan larut dalam pelarut non polar. Mihra *et al.* (2018) menambahkan bahwa air memiliki sifat yang lebih polar dibandingkan dengan metanol, akan tetapi pelarut metanol lebih polar dibandingkan dengan pelarut etanol dengan demikian proses ekstraksi tanin akan lebih banyak larut dalam air dan metanol lalu etanol. Struktur kimia tanin terdiri atas polar (hydrophilic) dan non-polar (hydrophobic) gugus hidroksil memiliki sifat polar dan struktur aromatik fenolik bersifat non-polar (Mueller-Harvey, 2006). Lebih lanjut Yuliana *et al.* (2014) menyatakan bahwa ekstraksi tanin membutuhkan campuran pelarut polar dan non-polar. Campuran antara air dan metanol masing-masing mewakili pelarut polar dan kurang polar. Tanin mampu larut dalam air, etanol, dan metanol (Pandey & Tripathi, 2014) sehingga untuk mendapatkan ekstrak dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi maka dapat menggunakan campuran pelarut air etanol atau metanol dengan perbandingan volume air yang sesuai (Irianty & Yenti (2014). Senyawa tanin dapat dimanfaatkan sebagai *feed additive* bagi ternak, Preston dan Leng (1987) melaporkan bahwa toleransi kadar tanin oleh tubuh ternak ruminansia yaitu sebesar 2-4% dari bahan kering. Hal yang sama dilaporkan oleh Soetanto dan Kusmartono (2021) yaitu peningkatan efisiensi penggunaan pakan ternak ruminansia akan terjadi pada konsentrasi 3-4% bahan kering.

Kandungan senyawa bioaktif tanin pada penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Duraisamy *et al.* (2020) yaitu persentase hasil ekstraksi senyawa bioaktif tanin dari tanaman *Acacia xanthophloea* didapatkan bahwa pelarut metanol menghasilkan jumlah tanin yang lebih tinggi yaitu sebesar 52,55% dibandingkan dengan pelarut lain seperti air (37,22%) dan kombinasi metanol + air (1:1) sebesar 45,01%. Meskipun tanin banyak dilaporkan larut dalam air, namun air juga terbukti sebagai pelarut yang kurang efektif dalam mengekstraksi senyawa tanin hal ini disebabkan karena terjadinya pembentukan kompleks tanin-protein. Efisiensi penggunaan pelarut metanol dalam proses ekstraksi tanin dimungkinkan terjadi karena metanol merupakan pelarut polar organik. Penelitian lain yang dilakukan oleh Khasanah *et al.* (2021) yaitu analisis kadar tanin pada bunga telang menggunakan metode maserasi dan pelarut metanol

70% secara spektrofotometri uv-vis menghasilkan rata-rata kadar tanin sebesar 1,611%. Hasil penelitian ini juga tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliana *et al.* (2014) dengan mengekstrak tanin dari daun mahoni (*Switenia mahagony*) kadar tanin tertinggi dihasilkan pada perlakuan P4 (25% air + 75% metanol) yaitu sebesar 29,9%. Lokeswari & Sujatha (2011) melaporkan bahwa polaritas pada pelarut metanol mampu membuat ikatan yang kuat dengan senyawa polar seperti tanin.

Kadar Saponin Kulit Jengkol

Saponin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan, bersifat kompleks serta memiliki karakteristik berupa buih. Senyawa saponin diketahui terkandung dalam kulit jengkol. Hasil penelitian kandungan senyawa saponin dalam kulit jengkol menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Penggunaan pelarut metanol pada berbagai konsentrasi memengaruhi jumlah kandungan senyawa saponin dalam kulit jengkol. Kandungan senyawa saponin dalam penelitian ini menunjukkan trend yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi pelarut metanol yang digunakan. Secara berurutan kandungan saponin pada kulit jengkol yaitu P1 (7,64%), P2 (11,77%), P3 (12,86%), P4 (16,27%), dan P5 (20,81%). Kandungan senyawa saponin tertinggi terdapat pada perlakuan P5 (100% metanol) yaitu sebesar 20,81% sementara kandungan saponin terendah terdapat pada perlakuan P1 (100% akuades).

Kadar saponin yang berbeda nyata pada setiap jenis pelarut diduga karena semakin meningkatnya konsentrasi pelarut metanol yang digunakan, mengakibatkan terjadinya perubahan polaritas pelarut. Zhang *et al.* (2009) berpendapat bahwa perbedaan konsentrasi pelarut etanol mengakibatkan perubahan polaritas pelarut sehingga berpengaruh terhadap kelarutan senyawa aktif. Hal ini juga didukung oleh Riwanti *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa perbedaan konsentrasi pelarut etanol memengaruhi tingkat polaritas suatu pelarut. Polaritas pelarut etanol akan meningkat sejalan dengan menurunnya konsentrasi etanol dalam air. Saponin memiliki sifat non-polar (Iffah *et al.* 2018) artinya semakin meningkatnya konsentrasi metanol dalam penelitian ini maka akan menyebabkan pelarut metanol semakin bersifat non-polar, sehingga senyawa bioaktif saponin pada ekstrak tepung kulit jengkol dapat terekstrak dengan optimal pada konsentrasi metanol 96%. Harborne (1987) menyatakan bahwa ekstraksi menggunakan pelarut metanol akan menghasilkan ekstrak saponin yang lebih banyak, hal ini disebabkan karena saponin bersifat polar sehingga akan lebih mudah larut dibandingkan pelarut lainnya. Penggunaan pelarut metanol pada proses ekstraksi dikarenakan metanol adalah pelarut organik yang bersifat polar dan sangat baik untuk melarutkan saponin (Darma & Marpaung, 2020). Perlakuan P4 (25% akuades + 75% metanol) secara statistik memberikan hasil yang

sama apabila dibandingkan dengan perlakuan P5 (100% metanol).

Kandungan saponin terendah terdapat pada perlakuan P1 (100% akuades) hal ini diduga karena saponin yang bersifat hidrofobik atau tidak larut dalam air. Jaya (2010) menyatakan bahwa saponin memiliki kemampuan dalam membentuk buih karena kombinasi struktur senyawa penyusun berupa rantai gula yang memiliki sifat hidrofilik (larut air) dan bagian rantai saponin yang memiliki sifat hidrofobik (larut dalam lemak). Hal yang sama juga dinyatakan oleh Riwanti *et al.* (2020) yaitu saponin memiliki gugus hidrofobik berupa aglikon sehingga dalam pelarut akuades saponin tidak dapat terekstrak dengan optimal. Widyasari (2008) menambahkan bahwa saponin mengandung sebagian senyawa yang larut pada pelarut polar (hidrofilik) dan senyawa yang larut pada pelarut non polar (hidrofobik). Sementara itu, Wina *et al.* (2005) menyatakan bahwa struktur kimia saponin mengandung gugus polar (glycone) dan gugus non-polar (saponin). Lebih lanjut Astarina *et al.* (2013) menyatakan bahwa gugus hidroksil dan metil pada metanol akan cenderung menarik analit-analit yang bersifat polar maupun non-polar. Oleszek (2000) menjelaskan bahwa saponin merupakan senyawa glikosida yang tersusun dari dua jenis molekul sebagai kerangka utama yaitu steroid atau triterpenoid yang memiliki sifat non-polar dan memiliki gugus hidroksil yang berikatan dengan gula sederhana yang memiliki sifat polar, sehingga senyawa saponin dapat larut dengan baik dalam pelarut metanol. Senyawa saponin dapat diekstrak dengan baik menggunakan pelarut metanol pada konsentrasi 40% atau lebih. Pham *et al.* (2017) melaporkan bahwa metanol merupakan pelarut yang paling efektif dalam mengekstraksi senyawa proantocyanidin dan saponin. Senyawa saponin banyak dimanfaatkan dalam suplementasi pakan ternak guna menekan produksi gas metan ternak ruminan dan meningkatkan produktivitas ternak. Liu *et al.* (2019) dalam penelitiannya suplementasi *tea saponin* sebanyak 2 g ekor⁻¹ hari⁻¹ pada domba dorper persilangan secara efektif meningkatkan pencernaan BO, NDF, ADF, serta penurunan emisi gas metan. Penelitian secara in vivo yang dilakukan oleh Lu *et al.* (1987) pada domba menggunakan Saponin dari tanaman Alfalfa dengan dosis 2% dan 4% bahan kering secara nyata mampu menurunkan populasi protozoa rumen (34% dan 66%) yang bertanggung jawab terhadap produksi gas metan masing-masing.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Yuliana *et al.* (2014) bahwa pelarut terbaik untuk mengekstrak saponin dari buah lerak adalah 100% metanol dengan hasil tertinggi mencapai 44% dibandingkan dengan pelarut seperti aseton (12,6%) dan air (19,6%). Sementara itu Lumbanraja *et al.* (2019) dalam penelitiannya melaporkan bahwa penggunaan pelarut metanol 86% menghasilkan kadar saponin tertinggi yaitu 17,91% dibandingkan pelarut etanol 96% (10,48%) dan aseton 90% (4,2%). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh

Labagu et al. (2022) dimana penggunaan pelarut metanol menghasilkan nilai kadar saponin tertinggi yaitu 20,25 mg g⁻¹ dan kadar saponin terendah pada pelarut air yaitu 10,65 mg g⁻¹. Pham et al. (2017) dalam penelitiannya juga mendapatkan hasil yang sama yaitu kandungan saponin pada *Catharanthus roseus* yang diekstrak dengan pelarut metanol mendapatkan hasil yang tertinggi sebesar 110,21 mg Escin Equivalents (ESE) g⁻¹, kemudian disusul oleh pelarut air (59,41 mg ESE g⁻¹), etil asetat (48,14 mg ESE g⁻¹), dan terendah yaitu etanol (42,43 mg ESE g⁻¹).

Kadar Flavonoid pada Kulit Jengkol

Flavonoid merupakan senyawa yang terdapat pada tumbuhan dan terikat pada gula sebagai glikosida (Harborne 1987). Senyawa flavonoid telah banyak dilaporkan memiliki banyak manfaat, salah satunya bersifat sebagai antioksidan. Hasil penelitian kandungan senyawa flavonoid pada kulit jengkol yang telah dilakukan menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik ($p < 0,05$). Semakin meningkatnya penggunaan konsentrasi pelarut metanol menghasilkan kandungan senyawa flavonoid yang semakin tinggi. Kandungan senyawa flavonoid pada perlakuan P5 (100% metanol) lebih tinggi, yaitu sebesar 0,41% dibandingkan pada perlakuan P1-P4. Penggunaan pelarut metanol pada konsentrasi 24%, 48%, dan 72% menghasilkan kandungan senyawa flavonoid yang tidak jauh berbeda secara berurutan masing-masing sebesar 0,24%; 0,21% dan 0,25%.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menandakan bahwa penggunaan pelarut metanol dengan konsentrasi 96% merupakan pelarut yang optimal dalam menarik senyawa flavonoid, sementara penggunaan pelarut akuades menandakan tidak efisien dalam menarik senyawa flavonoid. Adwiah & Riani (2015) menyatakan bahwa akuades bukan merupakan pelarut yang sesuai dalam mengekstrak senyawa flavonoid. Senyawa yang sedikit larut dalam air dapat diekstraksi menggunakan pelarut metanol, etanol atau aseton (Robinson, 1991). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Adaramola & Onigbinde (2016) yang melaporkan bahwa penggunaan pelarut metanol 80% menghasilkan kandungan senyawa flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan pelarut air yaitu 318,67 mg Quercetin Equivalents (QE) per g dan 161,67 mg QE per g.

Beberapa penelitian lainnya juga melaporkan bahwa senyawa flavonoid dapat diekstrak dengan baik menggunakan pelarut metanol. Mahasuari et al. (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa kandungan tertinggi senyawa fenol dan flavonoid saat diekstraksi menggunakan pelarut metanol 75% dimana masing-masing sebesar 147,91 mg Gallic Acid Equivalents (GAE) per g dan 69,72 mg QE per g. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Rebey et al. (2011), kandungan senyawa flavonoid pada ekstrak biji *C. cyminum* dengan pelarut metanol 80% menghasilkan 1,44 mg Catechin Equivalents (CE) per g lebih tinggi dibanding menggunakan pelarut air 0,77 mg CE per g. Hasil yang sama dilaporkan oleh Markandan et al. (2016) dalam penelitiannya didapatkan bahwa

ekstrak tanaman bugenvil (*Bougainvillea glabra bracts*) pada konsentrasi pelarut metanol 100% menghasilkan kandungan flavonoid tertinggi yaitu 249,53 mg Quercetin Equivalents (QE) per 100 g dibandingkan metanol konsentrasi 50% (137,90 mg QE per 100g) dan 70% (93,15 mg QE per 100g). Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Do et al. (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa penggunaan pelarut metanol pada konsentrasi 75% dalam sampel tanaman *Limnophila aromatica* menghasilkan kandungan senyawa flavonoid tertinggi yaitu 22,51 mg QE per g dibandingkan dengan metanol konsentrasi 100% yaitu 15,42 mg QE g⁻¹ dan metanol konsentrasi 50% yaitu 11,11 mg QE g⁻¹.

Total Fenol Kulit Jengkol

Senyawa fenol merupakan metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan dan paling melimpah keberadaannya. Fenolik merupakan senyawa yang memiliki satu atau lebih aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Senyawa fenolik terdistribusi secara luas pada tumbuhan. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan pelarut metanol dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan senyawa total fenol pada kulit jengkol. Penggunaan berbagai konsentrasi pelarut metanol yang tidak memberikan pengaruh nyata, hal ini diduga karena senyawa fenol dalam kulit jengkol mampu larut dengan baik pada berbagai konsentrasi pelarut metanol atau akuades. Materska (2010) dalam penelitiannya menyatakan bahwa senyawa fenolik yang ditemukan pada tanaman herbal memiliki sifat hidrofilik dan lipofilik yang merupakan senyawa stabil terlepas dari afinitasnya terhadap air. Menurut Pham et al. (2017) senyawa fenolik mampu larut dengan baik dalam pelarut polar protik seperti air, metanol, dan etanol dibandingkan dalam pelarut polar aprotik seperti etil asetat. Kandungan total fenolik dalam ekstrak tergantung pada tingkat polaritas pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi. Kelarutan tinggi senyawa fenolik dalam pelarut polar memberikan konsentrasi tinggi pada ekstrak yang diperoleh dengan menggunakan pelarut polar saat ekstraksi (Mohsen & Ammar, 2009).

Penarikan polifenol dari bahan tanaman dipengaruhi oleh kelarutan senyawa fenolik dalam pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi. Terlebih lagi polaritas pelarut merupakan peran kunci dalam meningkatkan kelarutan fenolik (Naczka & Shahidi, 2006). Menurut Iqbal (2012) bahwa penggunaan pelarut dengan kepolaran yang tinggi seperti metanol mampu meningkatkan penarikan senyawa total fenol dari dalam ekstrak. Alothman et al. (2009) menambahkan bahwa penarikan senyawa fenolik bergantung pada pelarut yang digunakan dan polaritasnya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil bahwa pelarut metanol mampu menarik senyawa fenol yang lebih banyak dibandingkan pelarut lainnya. Sultana et al. (2009) menyatakan bahwa metanol merupakan pelarut terbaik dalam proses ekstraksi senyawa fenolik dan

flavonoid. Medini *et al.* (2014) menambahkan bahwa perbedaan kandungan flavonoid dan total fenol dikarenakan perbedaan tingkat polaritas, kompleksitas struktur atau kelarutan selektif fitokimia dalam pelarut tertentu dan difusi.

Metanol merupakan pelarut yang baik untuk senyawa total fenol sementara etanol merupakan pelarut terbaik untuk ekstraksi senyawa flavonoid (Nobosse *et al.* 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Chavan *et al.* (2013) menghasilkan bahwa penggunaan pelarut metanol (3,20 mg Gallic Acid Equivalents (GAE) per g) mendapatkan kandungan total fenolik yang lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut etanol (2,24 mg GAE per g) atau aseton (1,02 mg GAE per g). Mussatto *et al.* (2011) dalam penelitiannya melaporkan bahwa penggunaan berbagai konsentrasi pelarut metanol dalam ekstraksi limbah spent coffee ground menghasilkan kandungan total fenol tertinggi pada konsentrasi metanol 50% yaitu 18 mg GAE per g dibandingkan konsentrasi metanol 20% (7,3 mg GAE per g). Hasil penelitian lainnya yang dilakukan oleh Do *et al.* (2013) efisiensi penggunaan konsentrasi pelarut metanol pada proses ekstraksi sampel tanaman *Limnophila aromatica* dalam menghasilkan kandungan total fenol tertinggi sampai terendah secara berurutan yaitu metanol 75% (35,70 mg Quercetin Equivalents (QCE) per g), metanol 100% (31,50 mg QCE per g), dan metanol 50% (20,20 mg QCE per g).

Berbeda dengan Markandan *et al.* (2016) dalam penelitiannya yang menggunakan pelarut metanol dengan konsentrasi 50%, 70%, dan 100% dalam ekstrak tanaman Bugenvil (*Bougainvillea glabra* bracts) menghasilkan perbedaan kandungan total fenolik yang nyata secara berurutan masing-masing yaitu 28,19 mg Gallic Acid Equivalents (GAE) per 100g, 49,54 mg GAE per 100g, dan 63,92 mg GAE per 100g. Hasil penelitian ini juga berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Al-Juhaimi *et al.* (2021) kandungan total fenol pada Pomelo fruit carpels tertinggi didapatkan saat ekstraksi menggunakan pelarut metanol konsentrasi 50% (22,91 mg GAE per kg), diikuti metanol konsentrasi 80% (20,90 mg GAE per kg), metanol konsentrasi 100% (18,33 mg GAE per kg), dan terendah metanol konsentrasi 60% (13,47 mg GAE per kg).

SIMPULAN

Penggunaan pelarut metanol dengan berbagai konsentrasi mampu memberikan perbedaan pada kandungan senyawa bioaktif ekstrak kulit jengkol yaitu tanin, saponin, dan flavonoid. Namun belum mampu memberikan perbedaan rendemen ekstrak dan senyawa total fenol. Tannin, saponin, dan flavonoid terendah dihasilkan dari pelarut aquadest 100% menghasilkan (2,98%, 7,64%, 0,18% secara berurutan). Kandungan tertinggi tanin (7,83%) dari pelarut metanol 72%, sementara saponin (20,81%) dan flavonoid (0,40%) dari pelarut metanol 96%. Penggunaan pelarut metanol pada konsentrasi 72%

hingga 96% mampu menarik kandungan senyawa bioaktif yang paling efektif pada kulit jengkol serta berpotensi digunakan sebagai pakan tambahan ternak ruminansia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Tidar atas support dana penelitian DIPA Utidar tahun 2020 dengan skema Penelitian Dasar Unggulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adaramola, BA, Onigbinde, & O. Shokunbi, 2016. Physicochemical properties and antioxidant potential of *Persea Americana* seed oil. *Chemistry International*. 2(3): 168-175.
- Adawiyah R. & Riani A. 2015. Ekstraksi flavonoid metode soxhletasi dari batang pisang ambon (*Musa Paradisiaca* Var. *Sapientum*) dengan berbagai jenis pelarut. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains. Bandung (ID). Fakultas Matematika dan IPA Institut Teknologi Bandung.
- Al-Juhaimi FY, Ghafoor K, Isam A, Ahmed M, Özcan MM, Uslu N, & Babiker EE, 2021. The effect of different solvent concentrations on total phenol, antioxidant activity values, and phenolic compounds of pomelo (*Citrus grandis* L. *Osbeck*) fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(10): 15840.
- Alothman M, Bhat R, & Karim AA, 2009. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food chemistry*. 115(3): 785-788.
- Alsultan QMN, Sijam K, Rashid TS, Ahmad KB, & Awla. HK 2017. Investigation of phytochemical components and bioautography of *Garcinia mangostana* l. Methanol leaf extract. *Journal of Experimental Agriculture International*. 15(3): 1-7.
- Astarina NWW, Astuti KW, & Warditiani NK. 2013. Skrining fitokimia ekstrak metanol rimpang bangle (*Zingiber Purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana*. 2(4): 1-7.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2019. *Statistik Tanaman Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- Broucek, J. 2014. Production of methane emissions from ruminant husbandry: a review. *Journal of Environmental Protection*. 5(15): 1482-1493
- Chairunnisa S, Wartini NM, & Suhendra L. 2019. Pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai sumber saponin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(4): 551-560.
- Chavan JJ, Jagtap UB, Gaikwad NB, Dixit GB & Bapat VA. 2013. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of Saptarangi (*Salacia chinensis* L.) fruit pulp. *Journal of plant biochemistry and biotechnology*. 22(4): 409-413.
- Darma W & Marpaung MP. 2020. Analisis jenis dan kadar saponin ekstrak akar kuning (*Fibraurea chloroleuca* Miens) secara gravimetri. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*. 3(1): 51-59.
- Do QD, Angkawijaya AE, Tran-Nguyen PL, Huynh LH, Soetaredjo FE, Ismadji S, & Ju YH. 2014. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis*. 22(3): 296-302.
- Doughari, J. H. 2012. *Phytochemicals: Extraction Methods, Basic Structures and Mode of Action as Potential Chemotherapeutic Agents*. Rijeka (HRV). INTECH Open Access Publisher.
- Duraisamy R, Shuge T, Worku B, Bereket AK & Ramasamy KM. 2020. Extraction, screening and spectral characterization of tannins from *Acacia xanthophloea* (Fever Tree) Bark. *Research Journal of Textile and Leather*. 1(1): 1-10.
- Harborne J B. 1987. *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. (Edisi II) Bandung (ID). Penerbit ITB.

- Hasnaeni, Wisdawati, & Usman S. 2019. Pengaruh metode ekstraksi terhadap rendemen dan kadar fenolik ekstrak tanaman kayu beta-beta (*Lunasia amara Blanco*). *Jurnal Farmasi Galenika*. 5(2): 175-182.
- Hidayah N, Lubis R, Wiryawan KG, & Suharti S. 2019. Phenotypic identification, nutrients content, bioactive compounds of two jengkol (*Archidendron jiringa*) varieties from Bengkulu, Indonesia and their potentials as ruminant feed. *Biodiversitas*. 20(6): 1671-1680.
- Honan, M., Feng X, Tricarico JM & Kebreab, E. 2021. Feed additives as a strategic approach to reduce enteric methane production in cattle: modes of action, effectiveness and safety. *Animal Production Science*. 2022(62): 1303-1317.
- Iffah AAD, & Samawi MF. 2018. Skrining metabolit sekunder pada sirip ekor hiu *Carcharhinus melanopterus*. Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan V Tahun 2018. Makassar (ID): Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
- Iqbal, S., Younas U, Chan KW, Zia-UI-Haq M & Ismail M. 2012. Chemical composition of *Artemisia annua* L. leaves and antioxidant potential of extracts as a function of extraction solvents. *Molecules*. 17(5): 6020-6032.
- Irianty RS & Yenti SR. 2014. Pengaruh perbandingan pelarut etanol-air terhadap kadar tanin pada sokletasi daun gambir (*Uncaria gambir Roxb*). *Jurnal Sagu*. 13(1): 1-7.
- Jaya AM. 2010. Isolasi dan uji efektivitas antibakteri senyawa saponin dari akar putri malu (*Mimosa pudica*) [skripsi]. Malang (ID): Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Khasanah, S. N., & Addin Q. 2021. Artikel analisis kadar tanin ekstrak metanol bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan metode spektrofotometri uv-vis. *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi*. 12(2): 31-35.
- Labagu R, Nain AS, & Yusuf N. 2022. Kadar saponin ekstrak buah mangrove (*Sonneratia alba*) dan dayaambatnya terhadap radikal bebas DPPH. *Jambura Fish Processing Journal*. 4(1): 1-11.
- Liu, Y, Ma T, Chen D, Zhang N, Si B, Deng K, & Diao Q. 2019. Effects of tea saponin supplementation on nutrient digestibility, methanogenesis, and ruminal microbial flora in dorper crossbred ewe. *Animals*. 9(29): 1-11
- Lokeswari, N., & Sujatha P. 2011. Isolation of tannins from *Caesalpinia coriaria* and effect of physical parameters. *International research journal of pharmacy*. 2(2): 146-152.
- Lu DC & Jorgensen NA. 1987. Alfalfa saponins affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. *Journal of Nutrition*. 117(5): 919-927
- Lumbanraja IM, N.M. Wartini NM & Suhendra L. Pengaruh jenis pelarut dan ukuran partikel bahan terhadap karakteristik ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai sumber saponin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(4): 541-550.
- Mahasuari NPS, Paramita NV & Putra AGRY. 2020. Effect of methanol concentration as a solvent on total phenolic and flavonoid content of Beluntas leaf extract (*Pulchea indica* L.). *Journal of Pharmaceutical Science and Application*. 2(2): 77-84.
- Mayberry D, Barlett H, Moss J, Davidson T & Herrero M. 2019. Pathways to carbon-neutrality for the Australian red meat sector. *Agricultural System* 175 : 13-21
- Malangngi, Sangi M, & Paendong J. 2012. Penentuan kandungan tanin dan uji aktivitas antioksidan ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Mipa*. 1(1): 5-10.
- Markandan S, Abdullah A, Musa KH, Subramaniam V & Stockham, K. 2016. Determination of antioxidant activities, total phenolic and flavanoid contents in *Bougainvillea glabra bracts* at various methanol concentrations. AIP Conference Proceedings 2016. Selangor (MY): Faculty of Science and Technology University Kebangsaan Malaysia.
- Materska M . 2010. Evaluation of the lipophilicity and stability of phenolic compounds in herbal extracts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 9(1): 61-69.
- Maxiselly Y, Ustari D, Ismail A & Karuniawan A. 2016. Pola penyebaran tanaman jengkol (*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain.) di Jawa Barat bagian Selatan berdasarkan karakter morfologi. *Jurnal Kultivasi*. 15(1): 8-13.
- Medini F, Fella H, Ksouri R, & Abdely C. 2014. Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant and antimicrobial activities of organic extracts of shoots of the plant *Limonium delicatulum*. *Journal of Taibah University for Science*. 8, 216-22
- Mihra, M, Jura M.R, & Ningsih P. 2018. Analisis kadar tanin dalam ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica a. Juss*) dengan pelarut air dan etanol. *Jurnal Akademika Kimia*. 7(4): 179-184.
- Mohsen SM, & Ammar ASM. 2009. Total phenolic contents and antioxidant activity of corn tassel extracts. *Journal of Food Chemical*. 112(3): 595-8.
- Mueller-Harvey, I. 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal Science Food Agriculture*. 86(13): 2010- 2037.
- Mussatto SI, Ballesteros LF, Martins S, & Teixeira JA. 2011. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. *Separation and Purification Technology*. 83: 173-179.
- Naczki, M., & F. Shahidi. 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 41(5): 1523-1542.
- Nahor EM, Rumagit BI & Tou HY. 2020. Perbandingan rendemen ekstrak etanol daun andong (*Cordyline fucifosa* L.) menggunakan metode ekstraksi maserasi dan sokhletasi. Prosiding Seminar Nasional Tahun 2020. Manado (ID): Politeknik Kesehatan Kemekes Manado.
- Nobosse P, Fombang EN & Mbofung CM. 2018. Effects of age and extraction solvent on phytochemical content and antioxidant activity of fresh *Moringa oleifera* L. leaves. *Food Science & Nutrition*. 6(8): 2188-2198.
- Noviardi H, Ratu AP & Tri DA. 2019. Sitotoksitas ekstrak etanol 70% kulit jengkol (*Archidendron jiringa* (Jackl. I.C. Nielsen) terhadap penghambatan sel kanker payudara MCF-7 dan kanker serviks hela. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 5(1): 18-25.
- Noviardi H, Yuningtyas S & Agustini L. 2020. Induksi apoptosis sel MCF-7 kanker payudara dari kombinasi ekstrak kulit jengkol (*Archidendron jiringa*) dan daun petai cina (*Leucaena leucocephala*). *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*. 6(2): 157-165.
- Nurhasanawati H, Sukarmi, & Handayani F. 2017. Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokhletasi terhadap aktivitas antioksidan dan ekstrak etanol daun jambu bom (*Syzygium malaccense* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 3(1): 91-95.
- Oleszek WA. 2000. *Saponins*. In: A.S. Naidu (ed.), *Natural Food Antimicrobial Systems*. Boca Raton (US) : CRC Press, Inc.
- Pandey A & Tripathi S. 2014. Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2(5): 115-119.
- Pham H NT, Vuong QV, Bowyer MC, & Scarlett CJ. 2017. Effect of extraction solvents and thermal drying methods on bioactive compounds and antioxidant properties of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (*Patricia White cultivar*). *Journal of Food Processing and Preservation*. 41(5): 5-8.
- Preston TR & Leng RA. 1987. *Matching Ruminant Production System with Available Resources in the Tropics and Sub Tropics*. Armidale (AU) : Penambul Books.
- Rebey, IB, I. Jabri-Karoui, I. Hamrouni-Sellami, S. Bourgou, F. Limam, & B. Marzouk. (2012). Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*. 36(1): 238-245.
- Riwanti P, Izazih F, & Amaliyah A, 2020. Pengaruh perbedaan konsentrasi etanol pada kadar flavonoid total ekstrak etanol 50, 70 dan 96% *Sargassum polycystum* dari Madura. *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika (J-PhAM)*. 2(2): 82-95.
- Rizal M, Yusransyah, & Stiani SN. 2016. Uji aktivitas antidiare ekstrak etanol 70% kulit buah jengkol (*Archidendron pauciflorum* (Benth.) I.C.Nielsen) terhadap mencit jantan yang diinduksi oleum ricini. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 2(2): 131-136.
- Salim E, Afritunando Y, Febriana NA, & Efdi M. 2019. Studi optimasi ekstraksi kandungan senyawa fenolik total dan uji aktivitas antioksidan dari daun manggis (*Garcinia mangostana* Linn.). *Jurnal Riset Kimia*. 10(1): 36-43.
- Simanjuntak K. 2012. Peran antioksidan flavonoid dalam meningkatkan kesehatan. *Bina Widya* 23(3): 135-140.
- Soetanto H & Kusmartono. 2021. *Ilmu Nutrisi Ternak Ruminansia*. Malang (ID): Universitas Brawijaya Press.
- Sopian A, Fajr IRF, & Syahdania N. 2021. Formulasi sediaan lotion sebagai tabir surya dari ekstrak metanol kulit luar buah jengkol (*Archidendron jiringa* (jack) IC. Nielsen. *Edu Masda Journal*, 5(2): 170-178.
- Sultana B, Anwar F, & Ashraf M. 2009. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. *Molecules*. 14, 2167-2180.

- Susanti AD, Ardiana D, & Gumelar PG. 2012. Polaritas Pelarut sebagai Pertimbangan dalam Pemilihan Pelarut untuk Ekstraksi Minyak Bekatul dari Bekatul Varietas Ketan (*Oriza sativa glatinosa*). Simposium Nasional RAPI XI. Surakarta (ID): Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tiwari P, Kumar B, Kaur M, Kaur G, & Kaur H. 2011. Phytochemical screening and extraction: a review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*. 1(1): 98-106.
- Widyasari A R. 2008. Karakterisasi dan uji antibakteri senyawa kimia fraksi n-heksana dari kulit batang pohon angret (*Spathodea campanulata Beauv*) [skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya.
- Wijekoon MJO, Bhat R, & Karim AA. 2011. Effect of extraction solvents on the phenolic compounds and antioxidant activities of bunga kantan (*Etlingera elatior* Jack.) inflorescence. *Journal of food composition and analysis*. 24(4-5): 615-619.
- Yuliana P, Laconi E.B, Wina E, & Jayanegara A. 2014. Extraction of tannins and saponins from plant sources and their effects on in vitro methanogenesis and rumen fermentation. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 39(2): 91-97.
- Zhang L, Y. Shan Y, Tang K, & Putheti R. 2009. Ultrasound-assited extraction flavonoid of lotus (*Nelumbo nucifera Gaertn*) leaf and evaluation of its anti-fatigue activity. *International Journal of Phisical Science*. 4(8): 418-422