

Formulasi Nanoemulsi Ekstrak dan Fraksi Limbah Pelepah Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Sebagai Agen Antihiperlipidemia dan Hipoglikemik untuk Pencegahan Penyakit Degeneratif

Anita Permatasari Susilonadi¹, Rahmania Azizah¹, Azizah Wulandari¹, Nicky Mesika Nesa¹, Yolanda Anugrah Putri¹, Edi Suryanto^{1*}

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sam Ratulangi

*Penulis korespondensi: edisuryanto@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Aktivitas fisik yang berkurang, gaya hidup dan terganggunya pola makan dapat menyebabkan terjadinya penyakit degeneratif. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kemampuan ekstrak dan fraksi limbah pelepah aren sebagai agen antihiperlipidemia dan hipoglikemik untuk mencegah penyakit degeneratif dan menentukan kandungan senyawa aktif dari fraksi terbaik limbah pelepah aren menggunakan GC-MS serta mendapatkan ukuran droplet nanoemulsi dari ekstrak atau fraksi terbaik pelepah aren menggunakan PSA. Fraksi etil asetat memiliki kandungan total fenolik (163,61 µg/mL) dan flavonoid (69,84 µg/mL), kemampuan menurunkan kadar kolesterol murni (82,63%) dan kuning telur (88,85%) serta kemampuan menurunkan kadar glukosa tertinggi. Senyawa aktif fraksi etil asetat pelepah aren yang memiliki peran sebagai penurun kadar kolesterol dan glukosa adalah heptakosan, heksatriakontan, dan asam stearat. Formulasi nanoemulsi terbaik yang terbentuk berwarna kuning dengan ukuran droplet 30,70 nm dan indeks polidispersitas 0,41. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nanoemulsi fraksi etil asetat pelepah aren berpotensi sebagai agen antihiperlipidemia dan hipoglikemik.

Kata kunci: Nanoemulsi, pelepah aren, penurunan kolesterol, penyerapan glukosa

ABSTRACT

Reduced physical activity, lifestyle and disturbed eating patterns can cause degenerative diseases. The aim of this research was to determine the ability of extract and fractions of sugar palm frond waste as anti-hyperlipidemic and hypoglycemic agents to prevent degenerative diseases and to determine the active compound content of the best palm frond waste fractions using GC-MS and to obtain nanoemulsion droplet sizes from the best extract or fraction of sugar palm fronds using PSA. The ethyl acetate fraction contains total phenolics (163.61 µg/mL) and flavonoids (69.84 µg/mL), the ability to reduce levels of pure cholesterol (82.63%) and egg yolk (88.85%) and the highest ability to reduce levels of glucose. The active compounds in the ethyl acetate fraction of palm fronds which have a role in reducing cholesterol and glucose levels are heptacosan, hexatriacontane, and stearic acid. The best nanoemulsion formulation formed was yellow with a droplet size of 30.70 nm and a polydispersity index of 0.41. The results obtained indicate that the nanoemulsion of the ethyl acetate fraction of sugar palm fronds has potential as an antihyperlipidemic and hypoglycemic agent.

Keywords: Nanoemulsion, sugar palm fronds, cholesterol reduction, glucose absorption

PENDAHULUAN

Aktivitas fisik yang berkurang, gaya hidup dan terganggunya pola makan dapat menyebabkan terjadinya penyakit degeneratif. Intensitas aktivitas fisik seseorang berpengaruh terhadap kadar kolestrol dalam tubuh. Selain itu, hal ini juga dapat mengakibatkan penyakit diabetes. Secara global, peningkatan kolesterol total mempengaruhi sekitar 39% orang dewasa. Menurut Studi Beban Penyakit Global pada tahun 2019, sekitar 4,4 juta kematian disebabkan oleh peningkatan kolesterol LDL. Indonesia diperkirakan memiliki insiden kolesterol paling banyak di dunia yaitu 350-810 kasus per 100.000 penduduk. Setelah tahun 2000 kasus kolestrol tinggi yang terdeteksi terus melonjak. Pada tahun 2004, beberapa penelitian di sejumlah rumah sakit menemukan adanya lonjakan penderita kolesterol sejumlah 23.636 orang sampai dengan tahun 2016 melonjak menjadi 100.231 orang (Suarsih, 2020).

Berdasarkan data dari *International Diabetes Federation* (IDF) Atlas tahun 2021, memprediksi adanya kenaikan jumlah penderita DM di dunia dari 537 juta jiwa pada tahun 2017, menjadi 783 juta jiwa pada tahun 2045. Sedangkan di Asia Tenggara, dari 82 juta pada tahun 2017, menjadi 151 juta pada tahun 2045. Indonesia merupakan negara ke-5 dari 10 besar negara yang diperkirakan memiliki jumlah penderita DM sebesar 19,47 juta dengan prevalensi diabetes sebesar 10,6% pada tahun 2021.

Dewi dkk. (2015) melaporkan bahwa ekstrak etanol pelepah aren mengandung senyawa metabolit sekunder fenolik. Senyawa fenolik khususnya golongan flavonoid mempunyai potensi sebagai antidiabetes dan antikolestrol. Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr.) merupakan salah satu jenis sumber daya alam yang banyak terdapat daerah tropis seperti Sulawesi Utara. Bagian dari tanaman aren yang masih jarang dimanfaatkan adalah pelepah yang selama ini masih sebatas limbah yang dibiarkan menjadi pupuk alami (Rindayatno dkk., 2022). Sebagian besar obat dari bahan alam bersifat hidrofobik dengan demikian akan menimbulkan masalah seperti kelarutan dan bioavailabilitasnya yg rendah. Nanoemulsi merupakan sistem dispersi koloid yang stabil secara termodinamika, terdiri dari dua cairan yang tidak bercampur, kemudian dicampur bersama dengan agen pengemulsi (surfaktan dan ko-surfaktan) untuk membentuk fase tunggal. Ukurannya bervariasi dari 10 hingga 1.000 nm (Gurpreet & Singh, 2018). Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan riset tentang formulasi nanoemulsi ekstrak dan fraksi limbah pelepah aren sebagai agen antihiperlipidemia dan hipoglikemik untuk mencegah penyakit degeneratif.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada riset ini adalah pelepah aren (*Arenga pinnata* Merr.) yang berasal dari Desa Talaitad, Sulawesi Utara, etanol. Bahan kimia meliputi reagen Folin Ciocalteu, natrium karbonat, aluminium klorida, besi klorida n-heksana, glukosa, etil asetat, Tween 80, butanol, asam asetat glasial diperoleh dari E. Merck (Darmstadt, Germany), sedangkan asam galat, kuersetin, kolesterol diperoleh dari Sigma Aldrich. Propiletilen glikol (PEG) 400 dan minyak zaitun berkualifikasi teknis.

Preparasi sampel

Pelepah aren tua yang diperoleh dari Desa Talaitad, Sulawesi Utara terlebih dahulu dibersihkan, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 40-45 °C sampai kering. Setelah kering pelepah aren dipotong-potong kemudian diblender dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh untuk mendapatkan serbuk yang seragam.

Ekstraksi

Serbuk pelepah aren diekstraksi menggunakan metode maserasi. Sebanyak 500 g sampel kering ukuran 80 mesh dimasukkan ke dalam bejana maserasi dan ditambahkan pelarut etanol 96% sebanyak 2000 mL selama 5 × 24 jam dengan beberapa kali pengadukan. Hasil maserasi kemudian disaring menggunakan kertas saring sehingga memperoleh filtrat dan residu. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* dengan suhu 70 °C lalu dilanjutkan pengeringan dalam oven. Ekstrak yang diperoleh disimpan dalam sebagai ekstrak etanol serbuk pelepah aren.

Partisi

Sebanyak 5 g ekstrak kental etanol dilarutkan dalam 100 mL akuades. Selanjutnya difraksinasi dengan menambahkan 150 mL n-heksana, dikocok dalam corong pisah dan didiamkan selama 10-15 menit hingga terdapat dua lapisan (akuades berada pada lapisan bawah dan n-heksana berada pada lapisan atas). Diambil lapisan n-heksana, lakukan beberapa kali ulangan sampai lapisan n-heksana menjadi bening. Lapisan air kemudian difraksinasi kembali dengan cara yang sama menggunakan pelarut etil asetat, butanol dan air.

Penentuan kandungan total fenolik

Kandungan total fenolik ditentukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu (Sineke dkk., 2016). Sebanyak 0,1 mL sampel dengan konsentrasi 1000 µg/mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 0,1 mL reagen Folin Ciocalteu 50% dalam tabung reaksi dan kemudian campuran divortex

selama 3 menit. Setelah itu, ditambahkan 2 mL larutan Na_2CO_3 2%, kemudian campuran diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Selanjutnya dibaca absorbansinya pada λ 750 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasilnya dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat dalam $\mu\text{g/mL}$ ekstrak.

Penentuan kandungan total flavonoid

Kandungan total flavonoid dari ekstrak pelepah aren ditentukan menurut metode Engka dkk. (2017). Sebanyak 1 mL larutan ekstrak pelepah aren dengan konsentrasi 1000 $\mu\text{g/mL}$ dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan 2 mL larutan AlCl_3 2%. Campuran divortex selama 1 menit dan diinkubasi selama 30 menit. Setelah 30 menit absorbansinya dibaca pada panjang gelombang 415 nm. Kandungan total flavonoid dari setiap sampel dinyatakan sebagai ekuivalen kuersetin dalam mg/kg ekstrak.

Uji penurunan kadar kolesterol

Penurunan kadar kolesterol ditentukan menurut metode Hadiarti (2017) dengan sedikit modifikasi. Dipipet 0,5 mL (200 $\mu\text{g/mL}$) masing-masing sampel ke tabung reaksi. Ditambahkan 0,5 mL kolesterol murni (400 $\mu\text{g/mL}$). Divortex dan diinkubasi 10 menit. Kemudian, ditambahkan 0,5 mL FeCl_3 dan 0,5 mL H_2SO_4 pekat. Diinkubasi ruang gelap 45 menit dan dibaca absorbansi $\lambda = 560$ nm. Dengan cara yang sama dilakukan juga penentuan kadar kolesterol pada kuning telur (5000 $\mu\text{g/mL}$). Persen penurunan kolesterol dihitung dengan rumus:

$$\text{Penurunan Kolesterol (\%)} = 1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

Uji penurunan kadar glukosa

Dalam pengujian penurunan kadar glukosa menggunakan metode Bhutkar dkk. (2018). Sampel ekstrak diambil sebanyak 6 mL ditambahkan ke 5 mL larutan glukosa dari meningkatnya konsentrasi (5, 10, 20, dan 50 mM). Campuran diaduk dengan baik, diinkubasi dalam water bath pada 37°C selama 6 jam, disentrifugasi selama 20 menit dan supernatan diambil sebanyak 1 mL ditambah 3 mL asam 3,5-dinitrosalisilat (DNS), kemudian masukkan air mendidih selama 5 menit, didinginkan lalu dibaca. Konsentrasi glukosa terikat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Terikat glukosa (\%)} = \frac{G_1 - G_6}{\text{berat sampel}} \times \text{volume larutan}$$

Keterangan: G_1 = Konsentrasi glukosa dari larutan standar G_6 = Konsentrasi glukosa setelah 6 jam

Identifikasi senyawa aktif ekstrak/fraksi terbaik

Hasil ekstrak dan fraksi yang terbaik sebagai antihiperlipidemia dan hipoglikemik diidentifikasi senyawa aktifnya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS).

Formulasi nanoemulsi

Pembuatan nanoemulsi menurut (Asmarani dan Wahyuningsih, 2015) dengan sedikit modifikasi dilakukan dengan metode *Self Emulsifying Drug Delivery System* (SNEDDS), dengan variasi ekstrak atau fraksi terbaik. Formulasi nanoemulsi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi sediaan nanoemulsi

Bahan Nanoemulsi	Formula (%)		
	Formula I	Formula II	Formula III
Ekstrak/fraksi terbaik	5	10	15
Minyak Zaitun	5	5	5
Tween 80	36	36	36
PEG 400	35	35	35
Akuades	100	100	100

Ekstrak atau fraksi terbaik, minyak zaitun, Tween 80, dan PEG 400 yang dibuat dalam 3 formulasi seperti pada Tabel 1. dimasukkan ke dalam gelas beker dan dicampur selama 10 menit menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1000 rpm. Selanjutnya dilanjutkan dengan sonikasi selama 40 menit (Yuliani dkk., 2016).

Karakterisasi nanoemulsi

Nanoemulsi yang telah terbentuk kemudian dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran droplet nanoemulsi pelepah aren.

Analisis data

Semua eksperimen dilakukan dengan dua kali ulangan dan hasilnya dinyatakan sebagai rata-rata \pm SD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen hasil ekstraksi pelepah aren

Sebanyak dua kali ekstraksi didapatkan rata-rata persentase rendemen sebesar 5,46% (b/b). Sedikitnya rendemen yang diperoleh dipengaruhi oleh tidak dilakukannya remaserasi, dalam hal ini, serbuk pelepah aren hanya diekstraksi satu kali per ulangan sehingga masih banyak senyawa yang tidak terekstraksi dengan baik. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelarut polar, yaitu etanol dengan konsentrasi 96%. Pemilihan pelarut etanol 96% didasarkan pada tingkat keamanan dan kemudahan saat diuapkan serta sifatnya yang mampu melarutkan hampir semua zat, baik yang bersifat polar, semipolar dan nonpolar (Sulastri dkk., 2015).

Rendemen hasil partisi pelepah aren

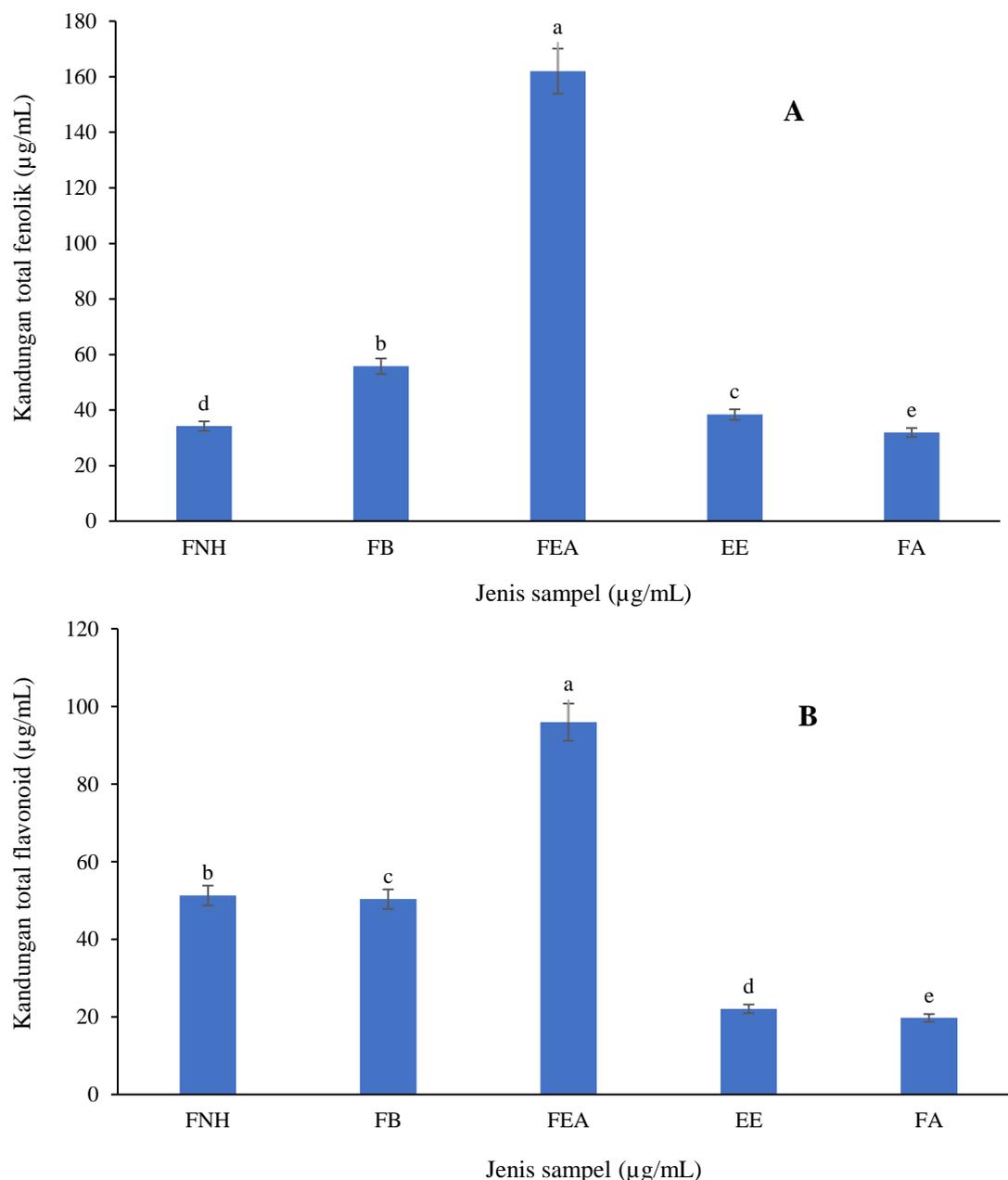
Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa setiap fraksi memiliki rendemen yang berbeda-beda. FA memiliki rendemen tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa FA memiliki banyak senyawa yang telah terabsorpsi. Begitupun sebaliknya FNH memiliki nilai rendemen terendah. Hal ini dikarenakan senyawa yang diabsorpsi oleh FNH cenderung lebih sedikit dan menghasilkan warna bening. Tingginya rendemen yang terdapat pada pelarut air menunjukkan bahwa pelarut tersebut mengandung senyawa metabolit sekunder yang bersifat polar yang mampu mengekstrak lebih banyak komponen bioaktif dari sampel pelepah aren.

Tabel 2. Rendemen hasil partisi ekstrak etanol pelepah aren

Fraksi	Rendemen (%)
Fraksi n-heksana (FNH)	2,30
Fraksi butanol (FB)	7,96
Fraksi etil asetat (FEA)	5,92
Fraksi air (FA)	34,71

Kandungan total fenolik dan flavonoid

Kandungan total fenolik ditentukan berdasarkan kemampuan senyawa fenolik dalam pelepah aren yang bereaksi dengan asam fosfomolibdat-fosfotungstat yang menghasilkan senyawa kompleks yaitu molibdenum-tungstat berwarna biru. Warna biru yang semakin pekat menunjukkan semakin besar konsentrasi total senyawa fenolik pada sampel (Makanaung dkk., 2021). Kandungan total flavonoid ditentukan dengan metode pembentukan kompleks antara aluminium klorida dengan gugus keto pada atom C-4 dan gugus hidroksi pada atom C-3 atau C-5 yang bertetangga dari golongan flavon dan flavonol (Anwar & Triyasmono, 2016). Hasil penentuan kandungan total fenolik dan flavonoid dapat dilihat pada Gambar 1.



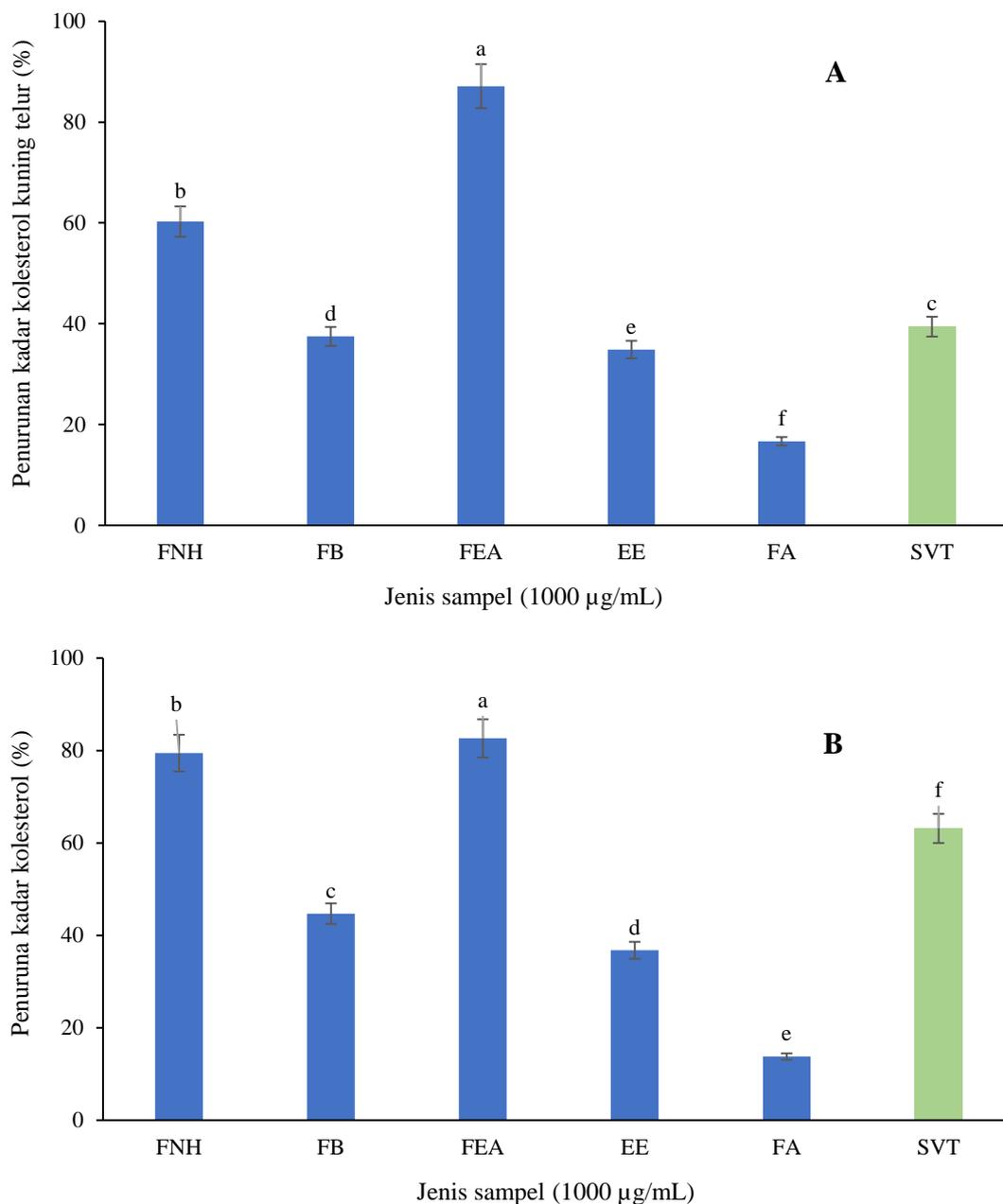
Gambar 1. Diagram batang kandungan total fenolik (A) dan flavonoid (B) ekstrak dan fraksi dari pelepeah aren. Fraksi n-heksana (FNH); fraksi butanol (FB); fraksi etil asetat (FEA); ekstrak etanol (EE); fraksi air (FA). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

Berdasarkan Gambar 1, kandungan total fenolik (A) tertinggi terdapat pada FEA sebesar 162,02 µg/mL. Kemudian diikuti dengan FB (55,78 µg/mL), EE (38,36 µg/mL), FNH (34,22 µg/mL), dan FA (31,91 µg/mL). Hal ini disebabkan oleh pelarut etil asetat yang memiliki nilai polaritas semi polar sehingga senyawa golongan fenolik banyak terekstrak. Fenolik memiliki sifat kepolaran mendekati etil asetat karena memiliki gugus benzena yang bersifat nonpolar dan gugus hidroksi yang memberikan sifat polar (Rudiana dkk., 2018).

Kandungan total flavonoid (B) tertinggi terdapat pada FEA sebesar 95,94 µg/mL. Kemudian diikuti dengan FNH (51,27 µg/mL), FB (50,34 µg/mL), EE (22,07 µg/mL), dan FA (19,74 µg/mL). Hal ini menunjukkan bahwa dalam fraksi etil asetat banyak mengandung senyawa flavonoid aglikon atau flavonoid yang tidak terikat dengan gula. Flavonoid aglikon seperti isoflavon, flavanon dan flavon serta flavonol yang termetoksilasi cenderung lebih larut dalam pelarut yang semi polar seperti etil asetat (Nugraha dkk., 2017).

Penurunan kadar kolesterol

Persentase penurunan kadar kolesterol ditentukan dengan prinsip metode pembentukan kompleks kolesterol murni dan kolesterol kuning telur dengan FeCl_3 . Kuning telur digunakan sebagai model untuk simulasi karena mengonsumsi kuning telur dapat menyebabkan naiknya kadar kolesterol dalam darah. Hasil pengujian kemampuan dalam menurunkan kolesterol kuning telur (A) dan kadar kolesterol murni (B) dari ekstrak dan fraksi pelepah aren disajikan pada Gambar 2.



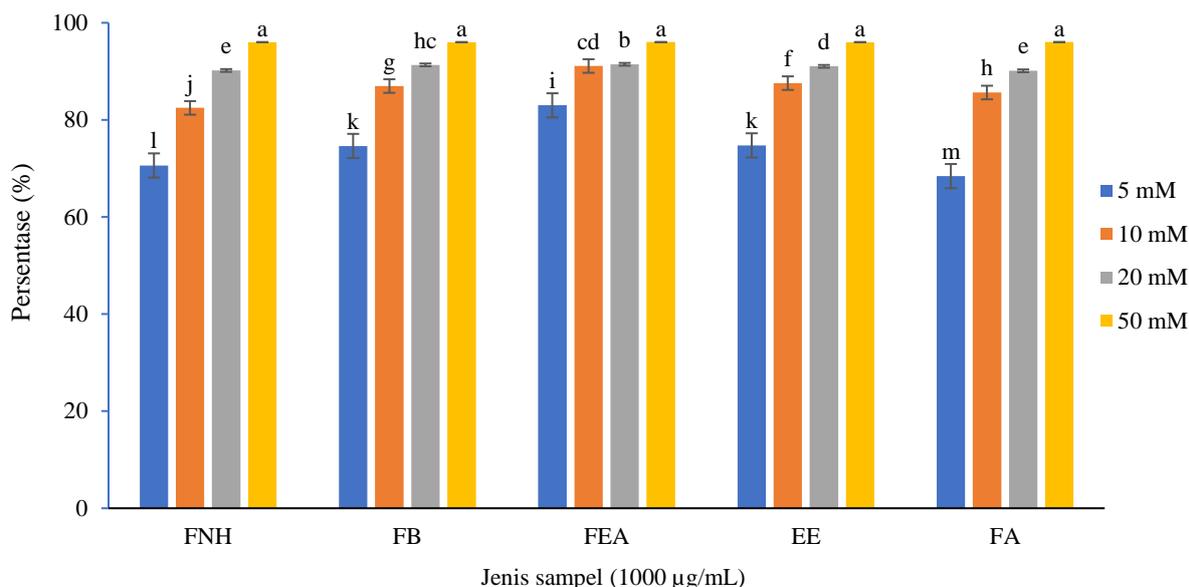
Gambar 2. Diagram batang persentase penurunan kadar kolesterol murni (A) dan kolesterol kuning telur (B). Simvastatin (SVT) sebagai positif kontrol. Singkatan sama seperti pada Gambar 1. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

Berdasarkan Gambar 2, kemampuan dalam menurunkan kadar kolesterol murni dan kolesterol kuning telur dengan persentase tertinggi berturut-turut adalah FEA sebesar 82,63 dan 88,85% yang memiliki perbedaan secara statistika dengan kontrol positif (39,36%). Diikuti oleh FNH (79,43 dan 60,69%), FB (44,69 dan 38,90%), EE (36,76 dan 33,96%), dan FA (13,78 dan 17,70%). Salah satu kandungan dari pelepah aren adalah senyawa flavonoid. Flavonoid diketahui memiliki aktivitas

antioksidan dan dapat bereaksi dengan radikal bebas melalui penangkapan langsung terhadap radikal bebas oksigen dan menginhibisi enzim penyebab terbentuknya radikal bebas seperti siklooksigenase dan lipoksigenase. Dalam menurunkan kadar kolesterol, senyawa antioksidan tersebut diduga bekerja dengan cara menghambat enzim HMG-CoA reduktase yang berfungsi sebagai pengkatalis dalam pembentukan kolesterol (Umami dkk., 2016).

Penurunan kadar glukosa

Penurunan kadar glukosa ditentukan menggunakan metode DNS. DNS berfungsi sebagai reagen yang dapat membentuk senyawa berwarna dengan adanya gula pereduksi seperti glukosa dan manosa sehingga dapat menyerap radiasi elektromagnetik. Reaksi yang terjadi yaitu reaksi redoks antara glukosa dengan DNS yang membentuk senyawa asam-3-amino-5-nitrosalisilat (Wardani dkk., 2021).



Gambar 3. Diagram batang persentase penurunan kadar glukosa. Singkatan sama seperti pada Gambar 1. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

Penentuan konsentrasi glukosa didasarkan pada terbentuknya produk tereduksi berwarna merah kecoklatan ketika glukosa mereduksi 3,5-dinitrosalicylic (DNS) menjadi asam 3-amino-5-nitrosalicylic jika dipanaskan. Berdasarkan data yang diperoleh pada Gambar 3, setiap sampel memiliki kemampuan untuk mengikat glukosa baik pada konsentrasi 5, 10, 20, dan 50 mM. Sampel yang paling unggul pada setiap konsentrasi adalah FEA.

Uji statistik dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang terdapat pada setiap sampel yang digunakan. Hasil uji statistik didapatkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada konsentrasi glukosa 50 mM untuk semua sampel dan sampel FEA pada konsentrasi 10 dan 20 mM serta sampel FNH dan FA pada konsentrasi 20 mM. Berdasarkan Gambar 3, untuk konsentrasi yang sama dan pada sampel yang berbeda jika hurufnya berbeda maka terdapat perbedaan yang signifikan antara satu dan lainnya.

Identifikasi senyawa aktif ekstrak/fraksi terbaik

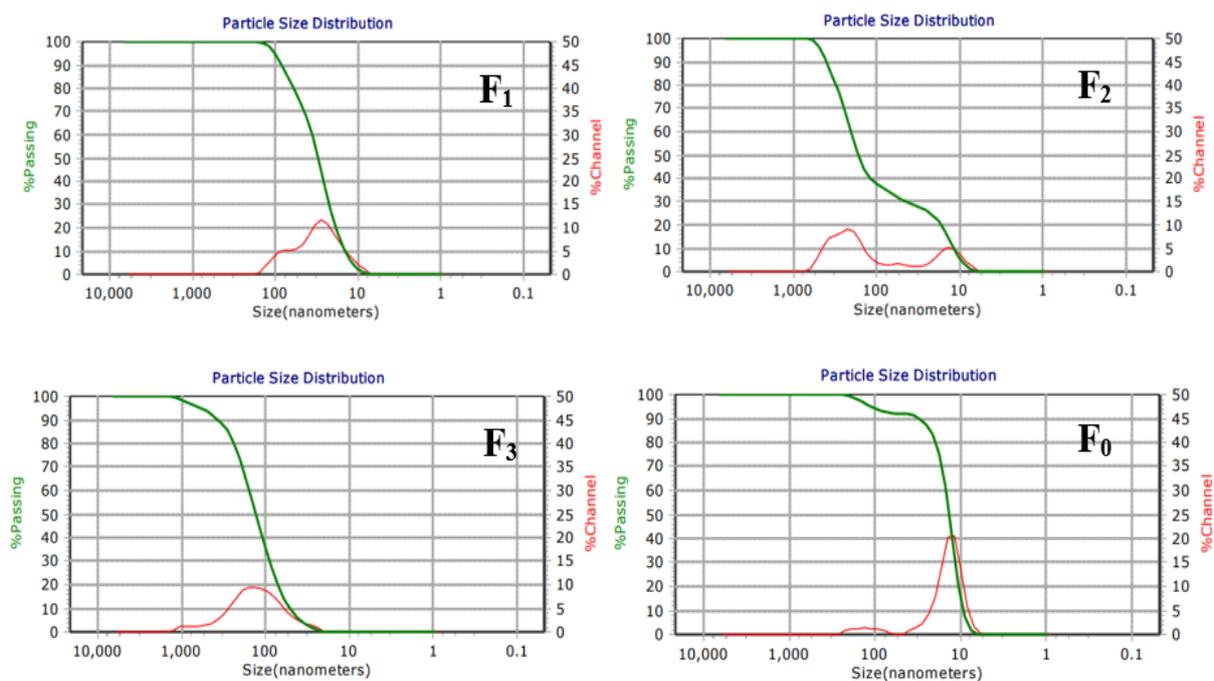
Beberapa asam lemak, senyawa alkana, dan senyawa keton teridentifikasi pada fraksi etil asetat pelepah aren (Tabel 3). Diketahui beberapa senyawa seperti heptakosan, heksatriakontan, dan asam stearat mempunyai aktivitas antioksidan (Akpuaka dkk., 2013; Nayak dkk., 2018; Batubara dkk., 2021). Oksidasi asam lemak berlebihan akan meningkatkan jumlah kolesterol dalam darah. Adanya antioksidan akan menstabilkan radikal bebas dan menghambat reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas (Yunarto dkk., 2019). Selain itu, adanya antioksidan juga dapat menurunkan sekresi insulin, sehingga kadar glukosa dapat diturunkan (Vifta dkk., 2019), sehingga kadar glukosa dapat diturunkan.

Tabel 3. Hasil GC-MS komponen senyawa aktif fraksi etil asetat

Peak	Waktu Retensi	Indeks Kemiripan (SI)	Senyawa	Komposisi
1	7.448	91	α -pinena	2.14
2	10.383	93	1,8-cineol	1.56
3	25.892	87	Asam laurat	1.73
4	34.358	66	Asam miristat	3.11
5	35.092	94	Asam palmitat	15.30
6	38.658	93	Asam oleat	17.43
7	38.742	83	7-heptadesen	7.98
8	39.083	91	Asam stearat	4.96
9	49.767	86	n-oktadekana	1.37
10	51.233	95	n-heptakosan	4.30
11	52.633	94	n-heptakosan	5.55
12	54.058	96	n-heksatriakontan	6.77
13	54.167	72	Androst-5-ene-3,19-diol,3-acetate, (3beta)	1.46
14	54.550	65	Asam-6-metil-oktadekanoat	1.50
15	55.025	59	5-(1-metilpropil)	1.45
16	55.633	95	n-oktakosan	5.96
17	57.433	94	n-heptakosan	6.20
18	57.717	70	2-metil-3-dekanon	2.68
19	59.500	91	n-tetrakontana	2.14
20	62.025	83	6,9-dimetil-tetradekana	4.88
21	68.150	60	1-asetil-piperidin	1.54
Total % Area:				100

Karakterisasi nanoemulsi

Karakterisasi nanoemulsi dilakukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel yang dihasilkan nanoemulsi. Ukuran droplet yang diharapkan dalam bentuk nano yaitu berkisar 20-100 nm (Efruan dkk., 2016). Rata-rata ukuran droplet dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 4. Hasil ukuran nanoemulsi fraksi etil asetat pelepah aren. Kontrol (F_0), formulasi I (F_1), formulasi II (F_2) dan formulasi III (F_3)

Tabel 4. Karakteristik nanoemulsi fraksi etil asetat pelepah aren

Formulasi	Ukuran droplet (nm)	<i>Polydispersty Index</i> (PDI)
F ₀	13,27	0,06
F ₁	30,70	0,41
F ₂	218,6	0,83
F ₃	132,8	0,31

Hasil analisis menggunakan PSA (Tabel 4) menunjukkan bahwa nanoemulsi formulasi I memiliki ukuran terkecil yaitu sebesar 30,70 nm dan telah memenuhi kriteria <100 nm (Efruan dkk., 2016) dengan indeks polidispersitas sebesar 0,41. Indeks polidispersitas dari sistem nanoemulsi menggambarkan distribusi ukuran globul. Nilai indeks polidispersitas yang rendah menunjukkan bahwa sistem dispersi yang terbentuk bersifat lebih stabil untuk jangka panjang (Nurdianti dkk., 2017). Hal tersebut menunjukkan bahwa formulasi I merupakan formulasi terbaik dibandingkan dengan formulasi II dan III.

KESIMPULAN

Fraksi etil asetat pelepah aren memiliki kandungan total fenolik (162,02 µg/mL), flavonoid (95,94 µg/mL), penurunan kadar kolesterol murni dan kuning telur (82,63 dan 88,85%) dengan nilai tertinggi serta penurunan kadar glukosa tertinggi pada seluruh konsentrasi glukosa. Senyawa aktif pelepah aren yang memiliki peran sebagai penurun kadar kolesterol dan glukosa adalah heptakosan, heksatriakontan, dan asam stearat. Formulasi nanoemulsi terbaik yang terbentuk berwarna kuning yang memiliki ukuran droplet 30,70 nm dan indeks polidispersitas sebesar 0,41.

DAFTAR PUSTAKA

- Akpuaka, A., Ekwenchi, M.M., Dashak, D.A., & Dildar. 2013. Biological activities of characterized isolates of n-hexane extract of *Azadirachta indica* a Juss (Neem) leaves. *Nature and Science*, 11(5), 141-137.
- Anwar, K., & Triyasmono, L. 2016. Kandungan total fenolik, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol buah mengkudu (*Moringa citrifolia* L.). *Jurnal Pharmascience*, 3(1), 83-92.
- Asmarani, F., & Wahyuningsih, I. 2015. Pengaruh variasi konsentrasi tween 80 dan sorbitol terhadap aktivitas antioksidan minyak zaitun (*Oleum olivae*) dalam formulasi nanoemulsi. *Jurnal Farmasains*, 2(5), 223-228.
- Batubara, R., Nelly, I., & Oding Affandi. 2021. GC-MS analysis of young and mature wild agarwood leaves (*Aquilaria malaccensis* Lamk) and Its Antioxidant potential. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 9(12), 1-6.
- Bhutkar, M.A., Bhinge, S.D., Randive, D.S., Wadkar, G.H., & Todkar, S. 2018. Studies on glucose adsorption capacity of some indigenous plants. *Global Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 5(1), 1-4.
- Dewi, M.A., Ratnawati, J., & Sukmanengsih, F. 2015. Aktivitas antimikroba ekstrak etanol dan fraksi pelepah aren (*Arenga pinnata* Merr) terhadap *Propionibacterium Acnes* dan *Staphylococcus Aureus*. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(1), 43-48.
- Efruan, G.K., Martosupono, M., & Rondonuwu, F.S. 2016. Review: Bioaktivitas senyawa 1,8-sineol pada minyak atsiri. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*. ISSN: 2557-533X.
- Engka, T. 2017. Penentuan kandungan total fenolik, flavonoid, dan aktivitas antioksidan dari kuso mafola (*Drynaria quercifolia* L.). *Pharmacon*, 6(1), 47-52.
- Gurpreet, K., & Singh, S.K. 2018. Review of nanoemulsion formulation and characterization techniques. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 80(5), 781-789.
- International Diabetes Federation Atlas. 2021. *Diabetes Around the World in 2021*. <https://diabetesatlas.org/>. [1 Oktober 2023].

- Hadiarti, D. 2017. Uji aktivitas ekstrak buas-buas (*Premna serratifolia* Linn) sebagai anti kolesterol secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Ar-Razi*, 5(1), 22- 29.
- Makanaung, E., Rorong, J.A., & Suryanto, E. 2021. Analisis fitokimia dan uji efek sedatif dari ekstrak etanol dan beberapa fraksi daging buah pala (*Myristice Fragrans* Houtt). *Chemistry Progress*, 14(1), 7-13.
- Nayak, B., Roy, S., Roy, M., Mitra, A., & Karak, K. 2018. Phytochemical, antioxidant and antimicrobial screening of *Suaeda maritima* L (Dumort) against human pathogens and multiple drug resistant bacteria. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 80(1), 26-35.
- Nugraha, A.C., Prasetya, A.T., & Mursiti, S. 2017. Isolasi, identifikasi, uji aktivitas senyawa flavonoid sebagai antibakteri dari daun mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 92-96.
- Nurdianti, L., Aryani, R., & Indra. 2017. Formulasi dan karakterisasi SNE (Self Nanoemulsion) astaxanthin dari *Haematococcus pluvialis* sebagai sumber antioksidan alami. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 4(2), 30-36.
- Rindayatno., Rohman, F., & Fahmi, A.N. 2022. Analisis kualitas briket arang berdasarkan komposisi serbuk arang pelepah kelapa sawit (*Elais guineensis* Jacq) dengan serbuk arang pelepah aren (*Arenga pinnata* Merr). *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(6), 2879-2894.
- Rudiana, T., Fitriyanti. dan Adawiah. 2018. Aktivitas antioksidan dari batang gandaria (*Bouea macrophylla* Griff). *Jurnal Kimia dan Pendidikan*. 3(2), 195-205.
- Sineke, F.U. 2016. Penentuan kandungan fenolik dan sun protection factor (SPF) dari ekstrak etanol dari beberapa tongkol jagung (*Zea mays* L.). *Pharmacon*, 5(1), 275-283.
- Suarsih, C. 2020. Hubungan pola makan dengan kejadian kolestrol pada lansia di wilayah kerja puskesmas tambaksari. *Jurnal Keperawatan Galuh*, 2(1), 25-30.
- Sulastri, E., Oktaviani, C., & Yusriadi. 2015. Formulasi mikroemulsi ekstrak bawang hutan dan uji aktivitas antioksidan. *Jurnal Pharmascience*, 2(2), 1-14.
- Umami, S.R., Hapizah, S.S., Fitri, R., & Hakim, A. 2016. Uji penurunan kolesterol pada mencit putih (*Mus Musculus*) secara in-vivo menggunakan ekstrak metanol umbi talas (*Colocasia Esculenta* L.) sebagai upaya pencegahan cardiovascular disease. *Jurnal Pijar Mipa*, 11(2), 121-124.
- Vifta, R., Wilantika, & Advistasari, Y.D. 2019. Studi in vitro potensi antioksidan dan aktivitas antidiabetes fraksi etil asetat buah pariijoto (*Medinilla speciosa* B.) *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*, 12(2), 93-102.
- Wardani, N.E., Subaidah, W.A., & Muliastari, H. 2021. Ekstraksi dan penetapan kadar glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan metode DNS. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(3), 384-391
- Yuliani, S, H., Hartini, M., Stephanie., Pudyastuti., & Istyastono, E. 2016. Perbandingan stabilitas fisis sediaan nanoemulsi minyak biji delima dengan fase minyak long-chain triglyceride dan medium-chain triglyceride. *Traditional Medicine Journal*, 21(2), 93-98.
- Yunarto, N., Aini, N., Sulistyowati, I., Oktoberia, I.S., & Kurniatri, A.A. 2019. Aktivitas antioksidan serta penghambatan HMG CoA dan lipase dari kombinasi ekstrak daun binahong-rimpang temulawak. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 9(2), 89-96.