



Fabrikasi, Karakterisasi, dan Uji Antibakteri Nanopartikel Triterpenoid dari Daun Sambung Nyawa (*Gynura procumbens*)

Muhammad Badrul Huda^{1*}, Eddy Fachriyah¹, Pratama Jujur Wibawa¹

¹Laboratorium Kimia Organik, Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang 50275

*Corresponding author: badrulhuda@live.undip.ac.id

Received: 26 Mei 2025 / Accepted: 10 Juni 2025

Available online: 14 Juni 2025

Abstrak

Gynura procumbens, yang dikenal sebagai sambung nyawa, merupakan tanaman dari famili Asteraceae (Compositae) dan telah lama dimanfaatkan sebagai obat tradisional di berbagai negara Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Hasil kajian fitokimia terhadap ekstrak etanol tanaman ini mengungkap adanya kandungan senyawa seperti flavonoid, tanin, saponin, steroid, triterpenoid, serta berbagai asam fenolat seperti asam kafeat, vanilat, parakumarat, klorogenat, dan parahidroksibenzoat. Di antara senyawa tersebut, triterpenoid memiliki peran ekologis penting karena sifatnya yang antifungi, antibakteri, antivirus, dan insektisida. Hal ini menjadi dasar perlunya pengembangan aktivitas biologis dari senyawa triterpenoid agar lebih optimal dan efisien penggunaannya. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah pembentukan nanopartikel dari senyawa tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi triterpenoid dari ekstrak n-heksana daun sambung nyawa dan membentuk nanopartikel triterpenoid guna meningkatkan aktivitas biologisnya. Penelitian dilakukan dalam tiga tahap utama: (1) isolasi dan karakterisasi triterpenoid dari ekstrak n-heksana, (2) sintesis dan karakterisasi nanopartikel triterpenoid, serta (3) pengujian aktivitas antibakterinya.

Hasil penelitian, diperoleh ekstrak kental n-heksana sebanyak 9,75 gram dengan rendemen 3,58%, dan uji fitokimia menunjukkan hasil positif terhadap triterpenoid ditandai dengan warna hijau kebiruan. Proses pemisahan dengan kromatografi kolom menghasilkan 10 fraksi (A–J), dan fraksi I menunjukkan kandungan triterpenoid. Analisis lebih lanjut terhadap fraksi I menggunakan KLT preparatif menghasilkan 5 pita fluoresen di bawah UV 365 nm, dengan pita I4 terindikasi mengandung triterpenoid, sehingga dianalisis lebih lanjut menggunakan GC-MS. Hasil analisis menunjukkan bahwa isolat belum murni karena terdapat dua puncak kromatogram, salah satunya diduga merupakan Lup-20(29)-en-3-ol. Ukuran nanopartikel triterpenoid berdasarkan analisis PSA adalah 216,3 nm. Uji antibakteri menunjukkan bahwa nanopartikel tersebut memiliki aktivitas selektif terhadap *Staphylococcus aureus*, dengan efek hambat yang lebih kuat dibandingkan isolat yang tidak melalui proses sonikasi.

Kata Kunci: Isolasi; Triterpenoid; Fabrikasi; Nanopartikel; Antibakteri.

1. Pendahuluan

Gynura procumbens, dikenal dengan nama sambung nyawa, termasuk dalam famili Asteraceae (Compositae) dan telah lama dimanfaatkan dalam sistem pengobatan tradisional. Tanaman ini tersebar di wilayah Asia Tenggara, terutama di negara-negara seperti Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Sambung nyawa merupakan tumbuhan menjalar atau memanjat dengan batang semi-kayu, yang pada bagian menyentuh tanah mampu menghasilkan akar. Batangnya memiliki bentuk bersegi, berwarna ungu kehijauan, bertekstur agak lunak dan berair. Daunnya cukup tebal dan ditumbuhi rambut halus di kedua permukaan, berbentuk oval (ovat) dengan tepi bergerigi. Ukuran

daun berkisar antara 6–12 cm panjangnya dan 2–4 cm lebarnya [1–3].

Hasil analisis fitokimia terhadap ekstrak etanol dari *Gynura procumbens* mengindikasikan keberadaan berbagai senyawa metabolit sekunder, termasuk flavonoid, tanin, saponin, steroid, triterpenoid, serta minyak atsiri [4–6]. Di antara senyawa-senyawa tersebut, triterpenoid dipilih untuk dikaji lebih lanjut, khususnya terkait dengan potensi bioaktifnya dalam bentuk nanopartikel.

Triterpenoid memiliki peran ekologis penting bagi tumbuhan, karena berfungsi sebagai antijamur, insektisida, antibakteri, dan antivirus [7–9]. Sifat-sifat ini menjadikan triterpenoid sebagai senyawa

Doi:

dengan potensi aplikasi luas, termasuk dalam bidang kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi aktivitas biologis senyawa ini agar penggunaannya di berbagai bidang menjadi lebih efektif dan efisien. Salah satu strategi yang dapat dilakukan adalah formulasi dalam bentuk nanopartikel, karena senyawa yang dikonversi ke dalam ukuran nano umumnya menunjukkan peningkatan aktivitas biologis. Nanopartikel memberikan sejumlah keunggulan, seperti luas permukaan yang lebih besar, kelarutan yang lebih baik, penyerapan yang lebih optimal, kemampuan untuk menargetkan secara spesifik, serta kontrol dalam proses pelepasan zat aktif [10].

Baba dan Nishida (2013) berhasil meningkatkan aktivitas biologis senyawa steroid dengan mengubahnya menjadi nanopartikel menggunakan metode nano spray [11]. Namun, metode ini memiliki kekurangan karena memerlukan konsumsi energi yang tinggi. Di sisi lain, penelitian lain menunjukkan bahwa metode sonikasi dapat digunakan untuk membentuk nanopartikel dari senyawa organik, seperti yang telah diterapkan pada Vitamin B dan Penisilin, dengan ukuran partikel yang dihasilkan masing-masing sebesar 120–180 nm dan 70 nm [12–14]. Temuan ini menunjukkan bahwa sonikasi efektif dalam menghasilkan nanopartikel, termasuk untuk senyawa triterpenoid. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan nanopartikel triterpenoid dari ekstrak n-heksana daun sambung nyawa menggunakan teknik sonikasi, guna meningkatkan aktivitas bioaktifnya.

2. Metode Penelitian

Secara umum, penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahapan utama. Tahap pertama mencakup isolasi dan karakterisasi senyawa triterpenoid dari ekstrak n-heksana daun sambung nyawa. Tahap kedua adalah sintesis serta karakterisasi nanopartikel triterpenoid, dan tahap ketiga melibatkan pengujian aktivitas antibakteri dari nanopartikel yang dihasilkan.

2.1. Alat dan Bahan

Alat: alat-alat gelas yang biasa digunakan di laboratorium, neraca analitik, bejana maserasi, rotary evaporator Buchi, corong pisah, kolom khromatografi, botol vial, bejana KLT, lampu UV 254 dan 365, alat pengukur titik leleh Fisher John, spektrofotometer IR dan GC-MS, sonikator, labu ukur, autoklaf, spreader, kertas cakram, incubator, cawan petri, bunsen, kapas dan botol vial.

Bahan: Sampel daun sambung nyawa, metanol, etil asetat, n-heksana, benzena, asam sulfat pekat, anhidrida asetat, kloroform, plat KLT silika gel GF₂₅₄, silika gel 60, kloramfenikol, isolat triterpenoid, bakteri *E.coli* dan *S.aureus*, aquabides, VCO (*Virgint Coconut Oil*), dan nutrient agar.

2.2. Cara Kerja

2.2.1 Isolasi dan Identifikasi Triterpenoid

Pengambilan dan Persiapan sampel

Daun sambung nyawa yang digunakan sebagai sampel diperoleh dari penjual jamu tradisional. Setelah dikeringkan, daun tersebut dipotong kecil-kecil dan digiling hingga menjadi serbuk halus. Proses ekstraksi dilakukan dengan maserasi serbuk daun menggunakan pelarut n-heksana, kemudian campuran disimpan di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung selama 24 jam, sambil sesekali diaduk. Setelah itu, dilakukan penyaringan untuk memisahkan larutan n-heksana dari ampasnya. Prosedur ini diulang sebanyak tiga kali, dan seluruh filtrat yang diperoleh digabungkan menjadi satu.

Uji Triterpenoid

Ekstrak n-heksana kemudian diuji menggunakan reaksi Liebermann–Burchard, yakni dengan campuran anhidrida asetat dan asam sulfat pekat. Jika dalam reaksi ini muncul warna hijau kebiruan, maka hal tersebut menunjukkan bahwa fraksi tersebut mengandung senyawa triterpenoid secara positif [15].

Pemisahan dan Pemurnian

Ekstrak kental n-heksana dianalisis menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dengan berbagai pelarut organik, seperti n-heksana, etil asetat, kloroform, metanol, serta campuran dua pelarut dalam rasio tertentu. Pelarut terbaik yang memberikan pemisahan paling jelas pada KLT kemudian digunakan sebagai dasar dalam proses pemisahan senyawa menggunakan kromatografi kolom gravitasi. Sebanyak 5 gram ekstrak n-heksana dipisahkan dengan kromatografi kolom menggunakan 130 gram silika gel 60, serta sistem eluen bertahap berupa n-heksana, kloroform, dan etil asetat. Tahapan awal menggunakan campuran n-heksana dan kloroform dalam beberapa perbandingan, lalu dilanjutkan dengan campuran yang lebih polar yaitu kloroform dan etil asetat, juga dalam rasio tertentu. Setiap 15 mL eluat ditampung ke dalam botol-botol terpisah. Selanjutnya, setiap fraksi dianalisis kembali dengan KLT, dan fraksi-fraksi yang menunjukkan pola noda serupa digabungkan menjadi fraksi yang lebih besar. Kemudian dilakukan pengujian terhadap kandungan triterpenoid dalam fraksi-fraksi.

Fraksi yang menunjukkan hasil positif terhadap triterpenoid kemudian dipisahkan lebih lanjut menggunakan KLT preparatif. Proses ini memanfaatkan fase diam berupa silika gel 60 GF₂₅₄ dengan ketebalan 2 mm dan ukuran lapisan 20 cm × 20 cm. Fase gerak yang digunakan terdiri dari campuran etil asetat dan n-heksana dengan rasio 8:1. Isolat triterpenoid yang diperoleh kemudian diuji kemurniannya menggunakan berbagai eluen dalam KLT satu dimensi serta metode KLT dua dimensi. Pada KLT satu dimensi, digunakan beberapa sistem pelarut yaitu etil asetat:n-heksana (10:1), kloroform:n-heksana (1:1), dan kloroform:n-heksana (2:1). Sementara itu, pada KLT dua dimensi, digunakan plat berukuran 10 cm × 10 cm,

Doi:

dengan eluen pertama berupa n-heksana:kloroform (1:1), dan eluen kedua etil asetat:n-heksana (10:1).

Identifikasi dengan GC-MS

Isolat triterpenoid dianalisis menggunakan teknik *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk menentukan berat molekul, tingkat kemurnian, serta pola fragmentasi dari senyawa tersebut. Analisis dilakukan dengan alat GC-MS Shimadzu QP2010S, yang dilengkapi dengan kolom AGILENT HP 5MS berukuran 30 meter panjang dan 0,25 mm diameter. Helium digunakan sebagai gas pembawa. Kondisi operasional alat meliputi suhu injektor sebesar 310 °C, tekanan 13,7 kPa, dan laju alir total 12,9 mL/menit. Suhu kolom diatur pada 200 °C selama 5 menit, kemudian dinaikkan secara bertahap sebesar 5 °C per menit selama 75 menit.

2.2.2 Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Triterpenoid

Sonokimia

Sebanyak 2,1 mg isolat triterpenoid dilarutkan ke dalam 10 mL akuades, lalu ditambahkan VCO (*Virgin Coconut Oil*) sebagai emulgator. Campuran tersebut kemudian diproses menggunakan alat ultrasonik selama 10 menit. Sebagai kontrol atau pembanding, disiapkan pula 2,1 mg isolat triterpenoid lainnya yang dilarutkan dalam 10 mL akuades tanpa perlakuan sonikasi. Selanjutnya, dilakukan karakterisasi terhadap nanopartikel triterpenoid menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA).

2.2.3 Uji Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode cakram dengan dua jenis bakteri uji, yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Tahap awal berupa sterilisasi seluruh alat dan bahan menggunakan autoklaf pada suhu 70–80 °C selama satu jam. Selanjutnya disiapkan media nutrient agar sebagai tempat tumbuh bakteri selama pengujian. Pengujian dilakukan dengan cara menanamkan bakteri pada permukaan media agar, kemudian ditambahkan suspensi dan diratakan menggunakan *spreader*. Senyawa triterpenoid yang diuji terdiri dari dua jenis isolat, yaitu dengan perlakuan sonikasi dan tanpa sonikasi, untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli*. Setelah perlakuan, media diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, dengan pengamatan dilakukan setiap 3 jam. Zona hambat yang terbentuk kemudian diukur menggunakan penggaris, guna menentukan tingkat aktivitas antibakteri dari masing-masing sampel [16–19].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Isolasi dan Identifikasi Triterpenoid

Sebanyak 3,5 kg serbuk daun sambung nyawa diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut n-heksana, kemudian disimpan di tempat yang terhindar dari cahaya matahari langsung. Proses maserasi dilakukan selama beberapa hari dengan penggantian pelarut setiap 24 jam, hingga larutan yang dihasilkan menjadi jernih. Penggunaan n-heksana sebagai pelarut bertujuan

untuk mengekstraksi senyawa-senyawa non-polar dari serbuk daun, seperti steroid/terpenoid dan lipid, berdasarkan prinsip "*like dissolves like*" di mana pelarut non-polar dapat melarutkan senyawa-senyawa non-polar secara efektif. Setelah proses penyaringan, diperoleh ekstrak kental n-heksana sebanyak 9,75 gram dengan persentase rendemen sebesar 3,58%.

Ekstrak n-heksana daun sambung nyawa diuji menggunakan pereaksi Lieberman-Burchard guna memastikan keberadaan senyawa triterpenoid. Reaksi positif ditandai dengan munculnya warna hijau-kebiruan, yang menunjukkan adanya triterpenoid dalam fraksi yang diuji [15]. Pada ekstrak yang diperoleh, setelah dilakukan pengujian dengan pereaksi tersebut, terbentuk warna hijau-biru, sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak n-heksana mengandung senyawa triterpenoid.

Berdasarkan hasil Kromatografi Lapis Tipis (KLT), pemilihan campuran eluen untuk proses kromatografi kolom belum menunjukkan noda yang mengindikasikan keberadaan triterpenoid secara jelas. Oleh karena itu, pemisahan dilakukan menggunakan gradien eluen, dimulai dari pelarut non-polar hingga polar. Sebanyak 5 gram ekstrak n-heksana dipisahkan menggunakan kromatografi kolom dengan 130 gram silika gel 60 dan eluen bertahap berupa campuran n-heksana, kloroform, dan etil asetat. Awalnya digunakan campuran n-heksana dan kloroform dengan berbagai rasio, kemudian dilanjutkan dengan campuran yang lebih polar, yaitu kloroform dan etil asetat, juga dalam beberapa perbandingan. Eluat dikumpulkan setiap 15 mL ke dalam botol vial, dan dari proses ini diperoleh sebanyak 302 botol eluat. Eluat dengan pola noda yang serupa berdasarkan analisis KLT kemudian digabung menjadi fraksi-fraksi besar, pelarutnya diuapkan, dan dilakukan pengelompokan ulang. Hasil akhirnya berupa 10 kelompok fraksi utama dengan pola noda yang berbeda-beda, yang diberi kode A hingga J.

Kesepuluh fraksi utama yang diperoleh kemudian diuji keberadaan senyawa triterpenoid menggunakan reaksi semprot Lieberman-Burchard. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fraksi I memberikan reaksi positif, yang ditandai dengan munculnya warna hijau tua, menandakan adanya triterpenoid. Fraksi I selanjutnya dianalisis lebih lanjut dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) guna mengetahui jumlah komponen senyawa yang terkandung serta menentukan eluen terbaik untuk pemisahan dalam KLT preparatif. Berdasarkan hasil KLT, ditemukan bahwa campuran etil asetat dan n-heksana dengan perbandingan 8:1 memberikan pemilahan noda paling optimal, yaitu menghasilkan empat noda yang terpisah dengan baik. Hasil KLT ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.

Berdasarkan hasil KLT, campuran pelarut etil asetat:n-heksana (8:1) menunjukkan kemampuan pemisahan komponen yang cukup baik, sehingga campuran ini dipilih sebagai fase gerak untuk KLT preparatif pada Fraksi I. Pemisahan dilakukan menggunakan fase diam berupa silika gel 60 GF254, yang dilapiskan pada plat kaca berukuran 20x20 cm. Proses KLT preparatif ini berhasil memisahkan lima pita

Doi:

senyawa, yang tampak jelas di bawah sinar UV 365 nm, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

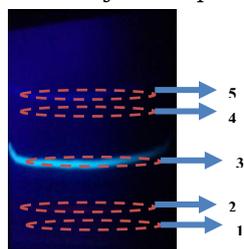


Gambar 1. Hasil KLT Fraksi I dengan eluen etil asetat : n-heksana (8:1) dibawah lampu UV 365nm.

Tabel 1. Warna noda dan harga Rf hasil KLT fraksi I dibawah lampu UV 365nm.

Noda	Rf	Warna Noda
1	0.4	Merah
2	0.55	Merah
3	0.85	Biru
4	0.93	Ungu

Berdasarkan hasil KLT, campuran pelarut etil asetat:n-heksana (8:1) menunjukkan kemampuan pemisahan komponen yang cukup baik, sehingga campuran ini dipilih sebagai fase gerak untuk KLT preparatif pada Fraksi I. Pemisahan dilakukan menggunakan fase diam berupa silika gel 60 GF254, yang dilapiskan pada plat kaca berukuran 20x20 cm. Proses KLT preparatif ini berhasil memisahkan lima pita senyawa, yang tampak jelas di bawah sinar UV 365 nm, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

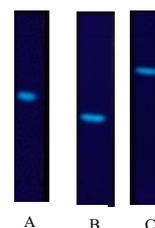


Gambar 2. Hasil KLT Preparatif Fraksi I dengan eluen etil asetat : n-heksana (8:1) dibawah lampu uv 365nm

Pita-pita hasil pemisahan melalui KLT preparatif kemudian dikerok secara hati-hati dan dipisahkan, lalu dilakukan uji kualitatif terhadap kandungan triterpenoid menggunakan semprotan Lieberman-Burchard. Hasil positif terhadap triterpenoid ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau kekuningan. Dari kelima pita yang diperoleh, pita keempat menunjukkan reaksi positif, yang ditampilkan pada Gambar 3.



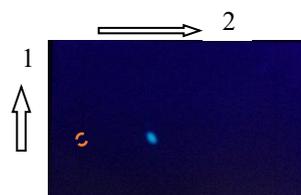
Gambar 3. Uji positif triterpenoid pada pita ke-4



Gambar 4. Hasil Uji kemurnian pita ke-4 dengan berbagai eluen. Keterangan : (A) etil asetat: n-heksana (10:1); (B) kloroform:n-heksana (1:1); (C) kloroform:n-heksana (2:1), dibawah lampu UV 365 nm

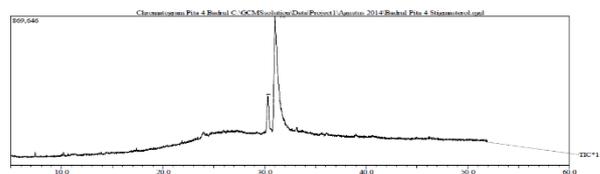
Selanjutnya, pita keempat diuji menggunakan beragam eluen untuk mengkonfirmasi tingkat kemurniannya. Uji kemurnian dilakukan dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) menggunakan berbagai pelarut, dan hasilnya menunjukkan adanya satu noda tunggal saat diamati di bawah sinar UV pada panjang gelombang 365 nm, yang mengindikasikan bahwa senyawa tersebut berada dalam kondisi murni. Visualisasi hasil uji kemurnian pita keempat dengan berbagai eluen dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari beberapa eluen yang digunakan noda ke-4 tetap memberikan 1 noda. Uji kemurnian dilanjutkan dengan KLT 2 dimensi dengan eluen kloroform:etilasetat (1:1) dan n-heksana:etil asetat (10:1). Hasil uji kemurnian dengan KLT 2 dimensi ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji kemurnian pita 4 dengan KLT dua dimensi. Keterangan : (Fasa gerak 1) n-heksana : kloroform (1:1) ; (fasa gerak 2) etil asetat:n-heksana (10:1)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan KLT dengan berbagai jenis eluen serta KLT dua dimensi, tampak bahwa noda yang muncul hanya satu, yang mengindikasikan bahwa isolat triterpenoid bersifat relatif murni. Uji titik leleh terhadap isolat menunjukkan rentang 157–159 °C, mendukung indikasi kemurnian. Selanjutnya, identifikasi struktur senyawa triterpenoid dalam isolat dilakukan dengan analisis GC-MS, guna memperoleh informasi mengenai kemungkinan struktur kimianya. Data kromatogram hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 6.

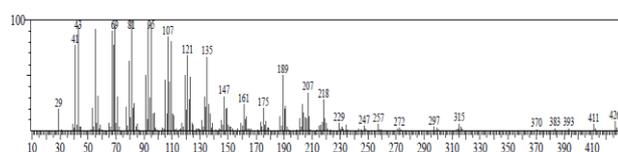


Gambar 6. Kromatogram isolat triterpenoid daun sambung nyawa

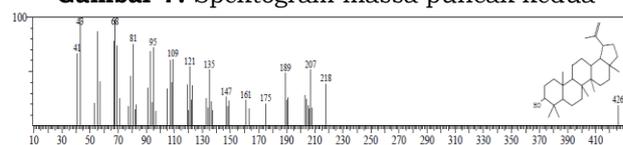
Doi:

Hasil analisis menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa isolat belum sepenuhnya murni, karena tampak dua puncak (*peak*) dengan waktu retensi yang berbeda. Meskipun demikian, kedua puncak tersebut diperkirakan merupakan senyawa triterpenoid. Berdasarkan referensi dari basis data GC-MS, senyawa pada puncak pertama memiliki kemiripan struktur dengan Urs-12-en-28-ol dengan nilai *Similarity Index* (SI) sebesar 69. Sementara itu, puncak kedua, yang muncul pada waktu retensi 31,050 menit, merupakan komponen utama dalam isolat.

Oleh karena itu, dilakukan analisis lanjutan guna mengetahui struktur kimia senyawa tersebut secara lebih mendalam. Spektrogram massa dari puncak kedua disajikan pada Gambar 7, sedangkan spektrum massa referensi dari sumber data GC-MS yang memiliki tingkat kemiripan tertinggi, yaitu sebesar 91% dengan puncak kedua, ditampilkan pada Gambar 7.



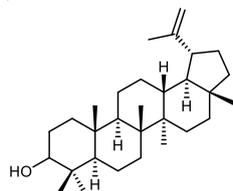
Gambar 7. Spektrogram massa puncak kedua



Gambar 8. Spektrogram massa Lupeol

Spektrum massa dari senyawa pada puncak kedua dengan waktu retensi 31,050 menit, menunjukkan base peak pada m/e 81,10 dan massa molekul sebesar 426 g/mol, serta menghasilkan pola fragmentasi sebagai berikut: m/e 426 [M^+]; 218; 207; 189; 175; 161; 147; 135; 121; 107; 95; 81; 69; dan 55 [9].

Perbandingan antara spektrum massa isolat dan data senyawa dari basis data menunjukkan bahwa keduanya memiliki massa molekul dan pola fragmentasi yang identik, sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil isolasi kemungkinan besar adalah Lup-20(29)-en-3-ol. Struktur kimia dari senyawa Lup-20(29)-en-3-ol sebagaimana tercantum dalam SDBS (*Spectral Database for Organic Compound*) dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 9. Struktur senyawa Lup-20(29)-en-3-ol

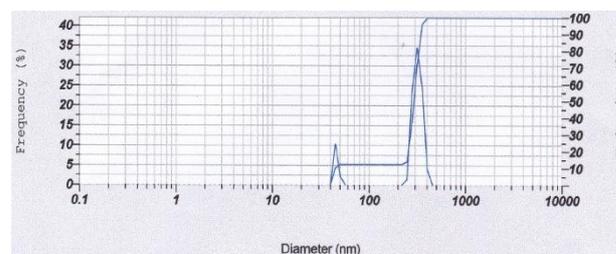
Sintesis dan Karakterisasi Nanotriterpenoid

Sintesis nanopartikel triterpenoid dilakukan dengan metode sonokimia, yaitu teknik pembentukan material menggunakan gelombang ultrasonik untuk menghancurkan partikel dari ukuran besar (*bulk*) menjadi skala nano, sekaligus dapat memicu reaksi kimia tertentu. Metode

sonikasi dipilih karena memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya adalah kemampuan gelombang mekanik berfrekuensi 40 kHz yang sangat kuat dalam memecah partikel triterpenoid menjadi ukuran nanometer. Selain itu, metode ini memerlukan energi yang lebih rendah dibandingkan metode sintesis nanopartikel lainnya seperti melalui pemanasan atau reaksi kimia konvensional. Kelebihan lainnya adalah durasi proses yang lebih singkat dibandingkan dengan teknik lain seperti *High Energy Milling* (HEM).

Gelombang ultrasonik diarahkan pada larutan isolat triterpenoid yang telah dilarutkan dalam aquabides dan ditambahkan VCO sebagai emulgator selama 10 menit. Selama proses iradiasi, molekul air (H_2O) mengalami sonolisis, menghasilkan ion hidrogen (H^+) dan ion hidroksida (OH^-), yang kemudian membentuk gelembung kavitasi. Gelombang ultrasonik yang merambat dalam medium cair akan secara kontinu menciptakan gelembung-gelembung atau rongga yang pada akhirnya meledak. Ledakan ini berperan dalam memisahkan partikel-partikel triterpenoid yang menggumpal sehingga terjadi dispersi sempurna. Penambahan surfaktan, yaitu VCO, membantu menstabilkan koloid dengan menempel pada permukaan partikel, mencegah aglomerasi, dan menghalangi pertumbuhan partikel lebih lanjut meskipun sebagian permukaan masih belum sepenuhnya tertutupi. Proses ini menghasilkan pembentukan nanopartikel triterpenoid.

Ukuran partikel dari nanopartikel triterpenoid yang terbentuk kemudian dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), dan hasil pengukurannya disajikan pada Gambar 10. Berdasarkan hasil analisa PSA triterpenoid telah berukuran nanopartikel yaitu sebesar 216.3 nm.



Gambar 10. Hasil analisis PSA isolat triterpenoid

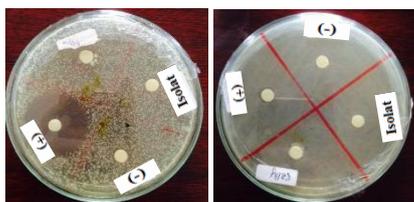
Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri terhadap nanopartikel triterpenoid dilakukan guna mengevaluasi efektivitasnya dibandingkan dengan triterpenoid yang tidak mengalami proses sonikasi. Pengujian ini dilakukan secara kualitatif mengikuti metode yang telah dijelaskan oleh Wahyudi (2011), yakni dengan mengamati lebar zona hambat (zona bening) pada media kultur bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* [20].

Dalam pengujian ini, digunakan cakram kertas yang telah direndam dalam larutan koloid nanopartikel triterpenoid, kemudian diletakkan di atas media yang telah diinokulasi dengan bakteri uji, dan diinkubasi selama 24 jam [21–24]. Aktivitas antibakteri ditentukan berdasarkan lebar zona bening yang terbentuk di sekitar cakram. Hasil

Doi:

pengamatan aktivitas antibakteri nanopartikel triterpenoid secara kualitatif disajikan pada Gambar 11 dan Tabel 2.



Gambar 11. Hasil uji antibakteri nanopartikel triterpenoid terhadap bakteri *E.coli* dan *S. Aureus*

Tabel 2. Hasil uji anti bakteri nanopartikel triterpenoid

Sampel	Zona Hambat (mm)	
	<i>Escheichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Isolat + Sonikasi	2.7	0.9
Isolat	2.8	-
Kloramfenikol 0.1% (kontrol positif)	15.7	1.9
Aquabides+VCO (kontrol negatif)	1.2	0.5

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri, diketahui bahwa nanopartikel triterpenoid (hasil isolasi dengan perlakuan sonikasi) menunjukkan kemampuan antibakteri yang lebih baik terhadap *Staphylococcus aureus* dibandingkan dengan isolat yang tidak disonikasi. Namun, untuk *Escherichia coli*, isolat tanpa proses sonikasi justru menunjukkan daya hambat yang lebih besar dibandingkan isolat yang telah disonikasi. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh sifat selektif dari nanopartikel triterpenoid yang lebih efektif terhadap bakteri gram positif seperti *S. aureus* daripada terhadap bakteri gram negatif seperti *E. coli*.

Dalam pengujian ini juga diperlihatkan bahwa antibiotik pembanding, yaitu kloramfenikol, memberikan daya hambat yang paling tinggi terhadap kedua jenis bakteri uji. Sementara itu, kontrol negatif menunjukkan daya hambat yang rendah, kemungkinan disebabkan oleh adanya VCO (*Virgin Coconut Oil*) yang memang diketahui memiliki efek antibakteri. Mengacu pada klasifikasi Davis dan Stout (1971), daya hambat antibakteri dikategorikan sebagai sangat kuat bila diameter zona hambat ≥ 20 mm, kuat (10–20 mm), sedang (5–10 mm), dan lemah (< 5 mm). Dengan demikian, nanopartikel triterpenoid dalam penelitian ini diklasifikasikan memiliki daya hambat yang lemah, karena menghasilkan zona bening kurang dari 5 mm [25–28].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap daun sambung nyawa (*Gynura procumbens*), diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Senyawa triterpenoid berhasil diisolasi dari ekstrak n-heksana daun sambung nyawa. Berdasarkan analisis GC-MS, struktur senyawa yang diisolasi diduga merupakan Lup-20(29)-en-3-ol atau dikenal juga sebagai fagarasterol, dengan massa molekul sebesar 426 g/mol.
- Sintesis nanopartikel triterpenoid berhasil dilakukan menggunakan metode sonokimia. Hasil karakterisasi menggunakan PSA menunjukkan bahwa ukuran partikel nanopartikel tersebut mencapai 216,3 nm. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa nanopartikel triterpenoid memberikan efek hambat lebih baik terhadap *Staphylococcus aureus* dibandingkan bentuk non-nanopartikel, namun tidak menunjukkan peningkatan aktivitas terhadap *Escherichia coli*.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Kimia Organik Departemen Kimia FSM UNDIP yang telah menyediakan fasilitas penelitian.

Daftar Pustaka

- Suharmiati, dan Maryani, Khasiat dan Manfaat Daun Dewa dan Sambung Nyawa, Agromedia Pustaka, Jakarta (2003).
- Xu, M., Wang, C., Lyu, G., Zhong, L., Yang, L., Wang, Z., Qin, C., Ji, X., Yang, G., Chen, J., et al., Structural Characterization and Antioxidant Activity of Milled Wood Lignin from Xylose Residue and Corncob, *Polymers* 11(12) (2019): 2092.
- Sharma, A., et al., Synthesis and Characterization of Biomass Lignin-Based PVA Super-Absorbent Hydrogel, *International Journal of Biological Macromolecules* 140 (2019): 538–545.
- Iskander, M. N., Song, Y., Coupar, I. M., dan Jiratchariyakul, W., Antiinflammatory Screening of the Medicinal Plant *Gynura procumbens*, *Plant Foods for Human Nutrition* 57 (2002): 233–244.
- Cao, M. Y., Wu, J., et al., Anti-Inflammatory Effects of *Gynura procumbens* on RAW264.7 Cells via Regulation of the PI3K/Akt and MAPK Signaling Pathways, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* (2022): 5925626.
- Rosidah, M. F. Y., Sadikun, A., dan Mariam, A., Toxicology Evaluation of Standardized Methanol Extract of *Gynura procumbens*, *Journal of Ethnopharmacology* (2009).
- Sukadana, I. M., dan Santi, Sri Rahayu, Senyawa Antibakteri Bis(2-Etilheksil) Ester dan Triterpenoid dalam Ekstrak n-Heksana Daun Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.), *Majalah Obat Tradisional* 16(1) (2011): 1–6.
- Sukandar, E. Y., Kurniati, N. F., dan Purnama, A. B., Anti-Dysentery Activity of Tetracycline in Combination With *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. or *Sonchus arvensis* L., *Asian Journal of*

Doi:

- Pharmaceutical and Clinical Research 9(6) (2016): 176–178.
9. Yuliarti, W., Kusriani, D., dan Fachriyah, E., Identifikasi dan Uji Antioksidan Asam Fenolat dalam Daun Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) dengan Metode DPPH, *Chem Info* 1(1) (2013): 294–300.
 10. Martinez, G. F., Olive, P. L., dan Banuelos, A., Synthesis, Characterization, and Evaluation of Antimicrobial and Cytotoxic Effect of Silver and Titanium Nanoparticles, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine* 6(5) (2010): 681.
 11. Baba, K., dan Nishida, K., Steroid Nanocrystal Prepared Using the Nano Spray Dryer B-90, Department of Ophthalmology, Osaka University Graduate School of Medicine (2013): 565-0871.
 12. Vecellio, L., et al., Nano Spray-Dried Drugs for Oral Administration: A Review, *Assay and Drug Development Technologies* 19(3) (2021): 130–145.
 13. Harsha, S. N., Aldhubiab, B. E., Nair, A. B., et al., Nanoparticle Formulation by Büchi B-90 Nano Spray Dryer for Oral Mucoadhesion, *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences* 17(5) (2014): 621–631.
 14. Yariv, I., et al., Enhanced Pharmacological Activity of Vitamin B12 and Penicillin as Nanoparticles, Chemistry Department, Bar-Ilan University, Ramat-Gan, Israel (2015).
 15. Harborne, J. B., Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan, terjemahan Padmawinata, K. dan Sudiro, P., ITB, Bandung (1987).
 16. Anam, K., Suganda, A. G., Sukandar, E. Y., dan Kardono, L. B. S., Antibacterial Agents of *Terminalia muelleri* Benth Leaves, *Research Journal of Medicinal Plant* 4 (2010): 197–2015.
 17. (Catatan: Kemungkinan ada kesalahan ketik dalam halaman, biasanya sekitar 197–205.)
 18. Zai, M. J., Cheesman, M. J., dan Cock, I. E., Selected Australian *Terminalia* Species Extracts Inhibit β -Lactam Drug-Resistant Bacteria Growth and Potentiate the Activity of Conventional Antibiotics: Bioactivities and Phytochemistry, *Microorganisms* 12(3) (2024): 498.
 19. Zai, M. J., Cheesman, M. J., dan Cock, I. E., *Terminalia petiolaris* A.Cunn. ex Benth. Extracts Have Antibacterial Activity and Potentiate Conventional Antibiotics Against β -Lactam-Drug-Resistant Bacteria, *Antibiotics* 12(11) (2024): 1643.
 20. Kahar, M. K., dan Karim, A. A., Antibacterial and Antioxidant Properties of *Terminalia* Species: A Review of the Current Evidence, *Journal of Herbal Medicine* 28 (2021): 100432.
 21. Wahyudi, T., Doni, S., dan Qomarudin, H., Sintesis Nanopartikel Perak dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. aureus*, *Arena Tekstil* 26(1) (2011): 55–60.
 22. Zhang, L., Xu, H., dan Wang, Y., Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Curcuma longa* Flower Extract and Antibacterial Activity, *Journal of Nanobiotechnology* 21(1) (2023): 34–42.
 23. Sadeghipour, Y., Alipour, M. H., Ghaderi Jafarbeigloo, H. R., et al., Evaluation of Antibacterial Activity of Biosynthesized Silver Nanoparticles by Using Extract of *Euphorbia pseudocactus* (Euphorbiaceae), *Nanomedicine Research Journal* 5 (2020): 265–275.
 24. Mirzajani, F., Ghassempour, A., Aliahmadi, A., dan Esmaeili, M. A., Antibacterial Effect of Silver Nanoparticles on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* Biofilms, *Biomedical Research and Therapy* 7(2) (2020): 105–112.
 25. Davis, W. W., dan Stout, T. R., Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay, *Microbiology* 22 (1971): 659–665.
 26. Babady, N. E., Reddy, K., et al., Predictive Value of Direct Disk Diffusion Testing from Positive Blood Cultures for Detection of Antimicrobial Nonsusceptibility, *Microorganisms* 13(2) (2025): 398.
 27. Gajic, I., Kabic, J., Kekic, D., Jovicevic, M., Milenkovic, M., Mitic Culafic, D., Trudic, A., Ranin, L., dan Opavski, N., Antimicrobial Susceptibility Testing: A Comprehensive Review of Currently Used Methods, *Antibiotics* 11(4) (2022): 427.
 28. Song, J.-H., Park, S.-E., dan Lee, J.-H., Tick-Tock, Beat the Clock: Comparative Analysis of Disc Diffusion Testing with 6-, 10-, and 24-h Growth for Accelerated Antimicrobial Susceptibility Testing and Antimicrobial Stewardship, *FEMS Microbiology Letters* 370(11) (2023): fnad110.