

**PENGUKURAN PARTIKEL DAN NILAI *SUN PROTECTING FACTOR*
(SPF) EKSTRAK PEGAGAN (*Centela asiatica*) HASIL GREEN
EXTRACTION MENGGUNAKAN MUAE
(*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)**

SKRIPSI

**Oleh:
SITI NUR 'AZIZAH
NIM. 200602110080**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**PENGUKURAN PARTIKEL DAN NILAI *SUN PROTECTING FACTOR*
(SPF) EKSTRAK PEGAGAN (*Centela asiatica*) HASIL GREEN-
EXTRACTION MENGGUNAKAN MUAE
(*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)**

SKRIPSI

**Oleh:
SITI NUR 'AZIZAH
NIM. 200602110080**

**diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**PENGUKURAN PARTIKEL DAN NILAI *SUN PROTECTING FACTOR*
(SPF) EKSTRAK PEGAGAN (*Centela asiatica*) HASIL GREEN-
EXTRACTION MENGGUNAKAN MUAE
(*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)**

SKRIPSI

Oleh:
SITI NUR 'AZIZAH
NIM. 200602110080

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: Juni 2024

Pembimbing I



Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD
NIP. 198806212020122003

Pembimbing II



Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi
NIP.19890113201802011244

Mengetahui

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri
NIP. 197410182003122002

**PENGUKURAN PARTIKEL DAN NILAI *SUN PROTECTING FACTOR* (SPF)
EKSTRAK PEGAGAN (*Centella asiatica*) HASIL GREEN-EXTRACTION
MENGUNAKAN MUAE (*Microwave Ultrasound Assisted Extraction*)**

SKRIPSI

**Oleh:
SITI NUR 'AZIZAH
NIM. 200602110080**

**telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salahsatu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 26 Juni 2024**

Ketua Penguji	: Prof. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si. (.....) NIP. 197109192 00032 0 0001	
Anggota Penguji I	: Fitriyah, M.Si (.....) NIP. 1986975 201903 2 013	
Anggota Penguji II	: Maharani Retna Duhita PhD Med. Sc. (.....) NIP. 19880621 202012 2 003	
Anggota Penguji III	: Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I (.....) NIP. 19890113 202321 1 028	

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi**



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW. Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

Ibunda dan Ayahanda Tercinta

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu (Umami) dan Ayah (Sumadi) yang telah memberikan kasih sayang, ridho, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia. Untuk ibu dan ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakan, selalu menasehati, serta selalu meridhoiku.

Terima kasih Ibu... Terima kasih Ayah...

Kakak-kakak dan Orang terdekatku

Sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan karya kecil ini untuk (Mas Burhan, Mas Khamim, Mas Shodiqul, Mbak Farida, Mbak Isma). Terima kasih telah memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas akhir ini. Semoga doa dan semua hal terbaik yang engkau berikan menjadikan ku orang yang baik pula.. Terima kasih..

Teman-teman

Teruntuk teman-teman yang selalu memberikan motivasi, nasihat, dukungan moral, yang selalu membuatku semangat untuk menyelesaikan skripsi ini (Sashi,

Sherly, Elma, Farid, Divana, Shoha, Nia, Naila, Anggi, Fidah, Amirul, Alvin), segenap pengurus IPNU IPPNU ranting Plumpungrejo, teman-teman Fastrack Magister Biologi, dan teman-teman kelas Biologi B tahun 2020.

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ibu Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD, ibu Fitriyah, M.Si, ibu Prof. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, ibu Dr. Evika Sandi Savitri, M.Si, bapak Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi, Dr. Eko Budi Minarno, M.Si, terima kasih telah membantu saya, menasehati, dan mengarahkan saya sampai skripsi ini selesai.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Nur 'Azizah
NIM : 200602110080
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengukuran partikel dan nilai *sun protecting factor* (SPF) ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) hasil Green-Extraction menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 27 Juni 2024
Yang membuat pernyataan,



Siti Nur 'Azizah
NIM. 200602110080

**PENGUKURAN PARTIKEL DAN NILAI *SUN PROTECTING FACTOR*
(SPF) EKSTRAK PEGAGAN (*Centela asiatica*) HASIL GREEN-
EXTRACTION MENGGUNAKAN MUAE
(*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)**

Siti Nur 'Azizah, Maharani Retna Duhita, Oky Bagas Prasetyo

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Sinar matahari berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan terurama pada kulit, seperti seritemia dan kanker kulit jika terpapar secara terus menerus tanpa proteksi. Pegagan memiliki kemampuan untuk menyerap sianar ultraviolet karena mengandung gugus-gugus tidak jenuh. Untuk mengambil manfaat yang terkandung dalam pegagan dibutuhkan metode yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *Sun Protection Factor* (SPF) dan ukuran partikel pada ekstrak pegagan hasil ekstraksi *green-extraction* dengan metode MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*). Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental menggunakan metode *green extraction* yang terdiri atas kombinasi *Microwave Ultrasonic Assisted Extraction* (MUAE) dengan *pretreatment Pulse Electric Field* (PEF) dan metode *Physical Size Analyzer* (PSA). Sediaan konsentrasi ekstrak pegagan dibagi menjadi 5.000 ppm, 10.000 ppm, dan 15.000 ppm. Parameter yang diujikan adalah ukuran partikel ekstrak pegagan dan nilai uji *Sun Protection Factor* (SPF). Hasil data disajikan dalam bentuk tabel. Hasil akhir karakterisasi ukuran partikel ekstrak pegagan memberikan nilai median 0,191 nm, nilai mean 0,190, nilai modul 0,205, nilai SD 0,89 nm. Hasil akhir nilai SPF tertinggi diperoleh pada ekstrak pegagan konsentrasi 15.000 ppm dengan nilai 12,73 (Maksimum).

Kata kunci: Pegagan, ukuran partikel, nilai *sun protection factor*, *green extraction*

**PARTICLE MEASUREMENTS AND SUN PROTECTING FACTOR (SPF)
OF CENTELLA ASIATICA EXTRACT RESULTING FROM GREEN
EXTRACTION USING MICROWAVE ULTRASONIC ASSISTED
EXTRACTION (MUAE)**

Siti Nur 'Azizah, Maharani Retna Duhita, Oky Bagas Prasetyo

Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik
Ibrahim State Islamic University Malang

ABSTRACT

Sunlight has the potential to cause health problems, especially on the skin, such as erythema and skin cancer if continuously exposed without protection. *Centella asiatica* has the ability to absorb ultraviolet rays due to its unsaturated groups. To extract the benefits contained in *Centella asiatica*, an appropriate method is required. This research aims to determine the Sun Protection Factor (SPF) and particle size of *Centella asiatica* extract obtained through green extraction using Microwave Ultrasonic Assisted Extraction (MUAE) method. This experimental research utilized green extraction method comprising Microwave Ultrasonic Assisted Extraction (MUAE) combined with Pulse Electric Field (PEF) pretreatment and Physical Size Analyzer (PSA) method. Concentrated *Centella asiatica* extract formulations were prepared at 5,000 ppm, 10,000 ppm, and 15,000 ppm. The parameters tested were the particle size of the extract and Sun Protection Factor (SPF). The data results were presented in table format. The final results of particle size characterization of *Centella asiatica* extract gave median value of 0.191 nm, mean value of 0.190, mode value of 0.205, and standard deviation of 0.89 nm. The highest SPF value obtained was from *Centella asiatica* extract at concentration of 15,000 ppm with a value of 12.73 (maximum).

Keywords: *Centella asiatica*, particle size, sun protection factor, green extraction

(Centella asiatica) لمستخلص البيغاغان (SPF) توصيف حجم الجسيمات ومعامل حماية الشمس
MUAE الناتج عن استخلاص الأخضر باستخدام
(الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية المساعدة بالميكروويف)

سيتي نور عزيزة، مهراي ريتنا دوهيتا، أوكي باغاس براسيتيو

برنامج علوم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانغ

الملخص

يمكن لأشعة الشمس أن تسبب مشاكل صحية خاصة على الجلد، مثل التهاب الجلد وسرطان الجلد إذا تعرض بشكل مستمر دون حماية. يحتوي البيغاغان على القدرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية بسبب احتوائه على مجموعات غير متشعبة. لاستخلاص الفوائد المتضمنة في البيغاغان، يتطلب استخدام طريقة مناسبة. وحجم الجسيمات لمستخلص البيغاغان الناتج عن (SPF) تهدف هذه الدراسة إلى تحديد معامل حماية الشمس (الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية المساعدة MUAE استخلاص الأخضر باستخدام طريقة بالميكروويف). هذه الدراسة هي دراسة تجريبية تستخدم طريقة الاستخلاص الأخضر التي تتألف من استخدام بالإضافة إلى المعالجة (MUAE) مزيج من الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية المساعدة بالميكروويف تم تحضير تراكيز (PSA) وطريقة تحليل الحجم الفيزيائي (PEF) المسبقة بالحقل الكهربائي النبضي مختلفة من مستخلص البيغاغان وهي ٥,٠٠٠ جزء في المليون، ١٠,٠٠٠ جزء في المليون، و ١٥,٠٠٠ جزء في المليون. البارامترات المدروسة هي حجم جسيمات مستخلص البيغاغان وقيمة معامل حماية الشمس تم عرض نتائج البيانات في شكل جداول. أظهرت نتائج توصيف حجم الجسيمات لمستخلص (SPF) البيغاغان قيمة وسيطة ٠,١٩١ نانومتر، قيمة متوسطة ٠,١٩٠ قيمة وضع ٠,٢٠٥ وانحراف معياري ٠,٨٩ نانومتر. تم الحصول في النهاية على أعلى قيمة لمعامل حماية الشمس من مستخلص البيغاغان عند تركيز ١٥,٠٠٠ جزء في المليون بقيمة ١٦,٧٣ (الحد الأقصى)

الكلمات الرئيسية: البيغاغان، حجم الجسيمات، معامل حماية الشمس، استخلاص أخضر

KATA PENGANTAR

Asslamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bismillahirrohmaanirrohiim. Segala puji syukur penulis sampaikan kepada Allah Swt. Yang Maha Esa, atas berkat dan limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakterisasi ukuran partikel dan nilai *sun protecting factor* (SPF) ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) hasil Green-Extraction menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)”. Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memudahkan dalam setiap proses pembuatan laporan.
4. Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD dan Oky Bagus Prasetyo, M.Pd selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan dukungan berupa bimbingan, doa, kritik, dan masukan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Dosen penguji skripsi yang memberikan banyak masukan dan saran untuk peneliti.
6. Seluruh bapak dan ibu dosen beserta staf Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dalam setiap proses pembelajaran penulis selama menjalani perkuliahan.
7. Ayahanda Sumadi dan ibunda Umami, orang tua tercinta beserta seluruh keluarga besar yang senantiasa melangitkan doa untuk merealisasikan segala dukungan baik moral maupun materi.
8. Segenap teman-teman Biologi UIN Malang angkatan 2020, khususnya kelas biologi B dan seluruh pihak yang telah berjuang bersama-sama dengan penulis, yang turut berkontribusi memberikan support untuk penulis.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Skripsi ini sudah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya, namun apabila ada kekurangan, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Malang, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PERNYATAN KEASLIAN.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRAC	ix
مختص البحث	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Pegagan (<i>centella asiatica</i>)	8
2.2. Kandungan Senyawa Pegagan (<i>Centella asiatica</i>).....	10
2.2 Antioksidan Ekstrak Pegagan.....	12
2.4 Green Extraction	14
2.5 PEF (<i>Pulsed Electric Field</i>)	15
2.6 MUAE (<i>Microwave Ultrasound Assisted Extraction</i>)	16
2.7 PSA (<i>Particle Size Analyzer</i>)	18
2.8 <i>Sun Protecting Factor</i> (SPF).....	19
2.8.1 Pengujian Nilai SPF	20
2.9 Spektrofotometer UV-Vis	21
BAB III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan	22
3.3.1 Alat Penelitian	22
3.3.2 Bahan Penelitian.....	23
3.4 Prosedur Kerja.....	23
3.4.1 Preparasi Simplisia Pegagan (<i>Centella asiatica</i>)	23
3.4.2 Pre-extraction Simplisia Pegagan dengan PEF	23
3.4.3 Ekstraksi Metode Ultrasound Assisted Extraction (UAE).....	23
3.4.4 Microwave Analysis Extraction (MAE)	23
3.5 Uji SPF	24
3.6 Karakterisasi Ukuran Partikel Ekstrak Pegagan PSA	24

3.7 Analisis Data	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Uji Particle Size Analyzer (PSA) Ekstrak Pegagan	26
4.2 Hasil Uji Sun Protecting Factor (SPF) Ekstrak Pegagan	32
BAB V. PENUTUP.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Keefektifan Tabir Surya Berdasar Nilai SPF	17
4.1 Hasil nilai uji ukuran partikel ekstrak pegagan menggunakan PSA	25
4.2 Nilai SPF ekstrak pegagan (<i>Centella asiatica</i>)	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Tanaman Pegagan (<i>Centella asiatica</i>)	7
2 Grafik Hasil Uji Ukuran Partikel Ekstrak Pegagan.....	28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki iklim tropis, sehingga memungkinkan terpapar sinar matahari dengan intensitas yang tinggi. Adapun beberapa sinar matahari yang dipancarkan baik yang dapat dilihat yaitu dengan panjang gelombang 400 nm, maupun yang tidak dapat dilihat yaitu dengan panjang gelombang 10 nm – 400 nm (Isfardiyana, 2014). Sinar ultraviolet digolongkan menjadi UV A, UV B, dan UV C yang dibedakan berdasarkan panjang gelombangnya. Radiasi sinar ultraviolet yang paling banyak berpengaruh terhadap kulit yaitu sinar UV B, dimana radiasi tersebut memiliki efek paling kuat dalam menyebabkan terjadinya kerusakan pada kulit (Wilson *et al*, 2012).

Sinar UV A panjang gelombang diantara 320 – 400 nm, Sinar UV B dengan panjang gelombang 290 - 320 nm dan UV C dengan panjang gelombang 10 – 290 nm. Sinar UV A memiliki energi yang lebih rendah dan sebanyak 95% dapat mencapai permukaan bumi. Sinar UV B memiliki panjang gelombang lebih pendek dengan tingkat energi yang tinggi dan sebagian diemisikan ke bumi terutama panjang gelombangnya yang mendekati UV A.. Sedangkan sinar UV C memiliki panjang gelombang terpendek dengan tingkat energi yang paling tinggi, namun sinar UV C tidak diemisikan ke bumi karena diserap lapisan ozon, uap air, oksigen, dan karbon dioksida karena lapisan ozon lebih mudah menyerap panjang gelombang ultraviolet yang pendek (Jacob, 2020).

Sinar ultraviolet, terutama sinar UV B dapat menimbulkan gejala kemerahan (eritema) pada kulit dan biasanya disertai dengan nyeri maupun gatal. Hal tersebut muncul 2 hingga 3 jam setelah terpapar sinar matahari dan mencapai intensitas maksimal pada 10 – 12 jam. Terjadinya eritema dibagi menjadi tiga fase, yaitu kemerahan pada kulit, pengerutan kulit,

dan pelepasan sel epidermis (Zubaidah, 1998). Kondisi tersebut akan sangat mengganggu dan berbahaya bagi masyarakat yang memiliki aktivitas di luar rumah. Sinar matahari yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan terurama pada kulit, seperti seritemia dan kanker kulit jika terpapar secara terus menerus tanpa proteksi. Oleh sebab itu dibutuhkan tabir surya untuk melindungi kulit dari paparan sinar UV harian (Suacedo *et al.*, 2020).

Tabir surya adalah suatu zat atau material yang dapat melindungi kulit terhadap paparan radiasi sinar ultra violet dengan cara menyerap, menghamburkan dan memantulkan radiasi sinar ultra violet yang sangat berbahaya karena memiliki energi yang sangat tinggi dan bersifat karsinogenik (Sander *et al.*, 2020). Aktivitas perlindungan dari tabir surya diketahui berdasarkan penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) yang menggambarkan kemampuan produk tabir surya dalam melindungi kulit.

Penggunaan bahan alam dalam industri produksi tabir surya masih jarang digunakan, sebaliknya bahan kimia sintetik masih digunakan dalam pembuatan sediaan tabir surya. Selama beberapa tahun terakhir, banyak peneliti telah menemukan bahwa kosmetik yang mengandung komponen senyawa herbal lebih aman digunakan dibandingkan zat aktif menggunakan senyawasintetis karena dikhawatirkan menimbulkan efek samping pada kulit manusia.

Oleh karena itu tabir surya yang menggunakan bahan alam sangat perlu dikembangkan dalam meminimalkan munculnya efek samping, harga yang lebih terjangkau dan lebih mudah untuk diperoleh. Industri kosmetik saat ini sedang gencar mengembangkan produk baru yang berfokus pada penggunaan bahan-bahan alam. Jika dibandingkan dengan bahan kimia, bahan alam dianggap lebih aman untuk digunakan dan memiliki efek samping yang lebih sedikit. Bahan alam yang sering dijumpai dalam pembuatan tabir surya yakni pemanfaatan tumbuhan.

Indonesia dengan kekayaan keanekaragaman hayatinya, mempunyai potensi yang sangat besar untuk menyediakan bahan obat alami sebagai pengganti bahan obat sintetis. Pemanfaatan tumbuhan tersebut diperoleh berdasarkan pengalaman empirik yang diturunkan dari nenek moyang kita. Banyak khasiat yang ditemukan para ahli pada beberapa jenis tumbuhan. Ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) misalnya, berpotensi untuk melindungi kulit dari paparan sinar UV. Pemanfaatan ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) yang berpotensi melindungi kulit dari sinar UV sebagai bahan pembuatan tabir surya merepresentasikan firman Allah SWT pada (Q.S Abasa, ayat 24-32):

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ. أَنَا صَبَّبْنَا الْمَاءَ صَبًّا. ثُمَّ سَقَقْنَا الْأَرْضَ سَقًّا. فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا. وَعَيْنًا وَقَضْبًا. وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا. وَحَدَائِقَ غُلْبًا. وَفَاكِهَةً وَأَبًّا. مَتَاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ

Artinya: “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit). Kemudian Kami belah bumidengan sebaik-baiknya. Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu. Anggur dan sayur-sayuran. Zaitun dan kurma. Kebun-kebun (yang) lebat. Dan buah-buahan serta rumput-rumputan. Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu.”

Dalam tafsir Al-Misbah, (2002). (فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ) “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya.” Dalam firman-Nya ini terkandung makna hendaknya manusia merenungkan bagaimana Kami mengatur dan menyediakan makanan yang mereka butuhkan. (أَنَا صَبَّبْنَا الْمَاءَ صَبًّا) “Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit).” Maksudnya Kami telah Kami telah mencurahkan hujan dari langit sederas-derasnya. (ثُمَّ سَقَقْنَا الْأَرْضَ سَقًّا) “Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya.” Yakni Kami tempatkan air itu di sana, lalu ia masuk ke dalam lapisan-lapisan tanah, selanjutnya masuk ke dalam biji-bijian yang terdapat di dalam bumi, sehingga tumbuh tinggi, dan tampak di permukaan bumi. (فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا) “Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu.” Kami tumbuhkan biji-bijian dari bumi, yang sebagian dimakan dan sebagian lain disimpan. (, وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا) “Zaitun dan kurma” yakni zaitu dan pohon kurma. (وَحَدَائِقَ غُلْبًا) “Kebun-kebun (yang) lebat”. Yakni kebun-kebun. (وَحَدَائِقَ غُلْبًا) “Dan buah-buahan serta rumput-rumputan”.

(مَتَاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ) “Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu”. Yakni Kami hidupkan tumbuhan itu demi kesenangan kalian dan binatang ternak kalian (Shihab, 2002).

Ayat-ayat ini memberitahukan bahwa Allah menciptakan tumbuhan sebagai sumber makanan bagi manusia dan hewan. Melalui tumbuhan tubuh manusia dan hewan mendapat semua elemen yang diperlukan bagi eksistensi biologisnya. Termasuk di dalamnya adalah kemampuan resistensi terhadap berbagai penyakit. Sebagian besar obat-obatan yang ada saat ini diperoleh dari tumbuhan. Sebanyak 80% penduduk bumi dalam menjaga kesehatannya sangat bergantung pada obat-obatan tradisional yang menggunakan bahan alami dari tumbuhan, binatang, dan mineral. Dalam ayat yang lain dijelaskan bahwa Allah menambahkan berbagai rasa pada tanaman jenis-jenis tumbuhan itu, sehingga tidak lagi menjadi makanan yang “sederhana” (Lajnah pentashihan mushaf Al-Qur’an, 2011).

Berdasarkan ayat diatas dapat diketahui bahwa Allah SWT telah menumbuhkan berbagai macam jenis tumbuhan di bumi. Tumbuh-tumbuhan diciptakan Allah SWT adalah untuk memenuhi kebutuhan manusia dan hewan-hewan ternak. Manusia tidak dapat dipisahkan dari tumbuhan, keduanya memiliki hubungan yang sangat erat. Tumbuhan adalah sebagai sumber utama untuk memenuhi kebutuhan manusia, yaitu sebagai bahan pokok pangan, papan, dan sandang. Tumbuhan-tumbuhan selain bermanfaat sebagai bahan pangan, juga bermanfaat sebagai sumber bahan obat termasuk bahan kosmetik. Obat-obatan herbal yang berasal dari tumbuh-tumbuhan beranekaragam jenisnya, hampir semua tumbuhan yang ada di bumi dapat digunakan sebagai obat. Contohnya adalah tumbuhan pegagan (*Centella asiatica*) yang berpotensi sebagai bahan pembuatan tabir surya untuk melindungi kulit dari paparan sinar ultra violet.

Pegagan (*Centella asiatica*) merupakan tumbuhan yang sering digunakan sebagai bahan pembuatan kosmetik. Kandungan senyawa fitokimia dari pegagan diantaranya adalah

terpenoid, alkaloid, flavonoid, saponin, dan tannin (Roy, 2018). Flavonoid memiliki kemampuan untuk menyerap sinar ultraviolet karena mengandung gugus-gugus tidak jenuh. Dalam bidang kosmetik, pegagan (*Centella asiatica*) memiliki manfaat untuk meningkatkan sintesis kolagen, memperbaiki fibrinektin intraseluler, proliferasi fibroblast dalam pembentukan kulit baru dan menghambat fase inflamasi hipertrofik pada bekas luka (Bylka *et al*, 2013).

Pegagan memiliki kandungan polyphenol, flavonoid, carotene, tannin, vitamin C, dan triterpenoid (asiaticoside) yang memiliki aktifitas antioksidan tinggi (Chandrika & Prasad Kumara, 2015). Pegagan (*Centella asiatica*) yang diekstraksi dengan metode DPPH menunjukkan aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 78,20 ppm (Yahya & Nurrosyidah, 2020). Antioksidan berperan baik di permukaan kulit sebagai filter yang menyerap atau memantulkan radiasi UV maupun bekerja di lapisan dalam kulit, serta melawan stress oksidatif, sehingga memberikan perlindungan terhadap sinar matahari lebih lengkap dan kuat.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) memiliki potensi sebagai tabir surya, namun penelitian sebelumnya belum membahas pengaruh *green-extraction* pegagan (*Centella asiatica*). Fokus dari *green-extraction* adalah desain proses ekstraksi yang mengurangi penggunaan energi, *green-extraction* memungkinkan penggunaan pelarut alternatif dan produk alami yang dapat diperbaharui serta memastikan hasil ekstrak aman dan berkualitas tinggi (Chema *et al.*, 2013).

Green-extraction dilakukan dengan mengganti pelarut organik yang tidak aman bagi lingkungan. Pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah pelarut aquades. Aquades dipilih karena memiliki kelebihan seperti mudah didapat dan murah, bersifat netral, tidak berbahaya dan aman dikonsumsi. Sementara kelemahannya terdapat pada proses

evaporasi (penguapan) yang lebih lama karena titik didihnya lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut lainnya (Dofianti & Yuniwati, 2018).

Penggunaan metode ekstraksi yang lebih efektif dan efisien dengan bantuan teknologi ultrasonik ataupun gelombang microwave dapat meningkatkan efektivitas ekstraksi sekaligus lebih efisien dari jumlah solven dan waktu yang dibutuhkan (Carreira *et al.*, 2021). Proses ekstraksi ultrasonik (UAE) memiliki keunggulan dibandingkan maserasi yaitu meningkatkan laju perpindahan dan meningkatkan hasil ekstraksi (Prasetyaningrum dkk., 2022). Metode *microwave* juga digunakan sebelum ultrasonik untuk meningkatkan hasil ekstraksi sebagai metode gabungan *microwave-ultrasonic* (MUAE), menggunakan gelombang ultrasonik yang dirambatkan pada medium sehingga menimbulkan getaran dan efek pengadukan pada ekstraksi. Metode pendahuluan *pulse electric field* (PEF) digunakan untuk preparasi sampel ekstrak bertujuan untuk mempercepat proses penarikan senyawa tanpa merusak senyawa aktif dengan menggunakan kejutan listrik intensitas tinggi (Segovia *et al.*, 2015).

Karakter fisik ukuran partikel dari ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) dapat mempengaruhi kemampuannya dalam memberikan perlindungan terhadap sinar UV. Ukuran partikel mempengaruhi distribusi, partikel yang berukuran kecil cenderung dapat menembus lebih dalam sedangkan partikel yang lebih besar cenderung memiliki kemampuan untuk tetap berada di permukaan. Menurut Nuraeni dkk (2013), evaluasi karakteristik ukuran partikel menggunakan metode PSA (*Particle size analyzer*), prinsip pengukuran PSA berdasarkan pada hamburan cahaya laser oleh partikel-partikel dalam sampel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik ukuran partikel dan nilai proteksi ultraviolet dari ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) sebagai bahan pembuatan tabir surya yang aman dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakterisasi ukuran partikel ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) hasil Green-Extraction menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)?
2. Apakah ekstrak pegagan pegagan (*Centella asiatica*) hasil Green-Extraction menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*) memiliki potensi nilai *Sun Protecting Factor* (SPF)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakterisasi ukuran partikel ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) hasil Green-Extraction menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*).
2. Mengetahui nilai *Sun Protecting Factor* (SPF) ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) hasil Green-Extraction menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*).

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat teoritis : Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakterisasi ukuran partikel dan nilai *sun protecting factor* (SPF) ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) hasil Green-Extraction menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*).
2. Manfaat praktis : Penelitian ini diharapkan dapat memberikan motivasi kepada peneliti lain untuk mengembangkan penelitian ini menjadi produk kosmetik yang ramah lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Simplisia daun pegagan(*Centella asiatica*) diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah.
2. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode MUAE dengan waktu microwave 3 menit, dan ultrasonic 11 menit
3. Pelarut ekstraksi menggunakan aquades
4. Karakterisasi ukuran ekstrak pegagan menggunakan PSA
5. Uji SPF dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 290-320 nm.
6. Konsentrasi ekstrak pegagan yang digunakan 5.000 ppm, 10.000 ppm, dan 15.000 ppm.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pegagan (*Centella asiatica*)

Tanaman pegagan (*Centella asiatica*) memiliki sinonim *Hydrocotyle asiatica* L. Umumnya tanaman ini dikenal dengan gotu kola, selain itu tanaman ini dalam bahasa sansekerta disebut “mandukaparni”, dalam Bahasa Hidia disebut “brahmi” dan dalam Bahasa Inggris disebut “*Indian pennywort*”. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah tropis, seperti Oseania, Asia, Afrika maupun Amerika, namun saat ini tanaman tersebut banyak dibudidayakan karena memiliki manfaat tinggi (faradila, 2022).

Pegagan (*Centella asiatica*) termasuk tanaman herbal paling populer yang dapat ditemukan berlimpah di Cina, Jepang, Indonesia, dan Malaysia (Sabaragamuwa et al., 2018). Tanaman ini termasuk dalam keluarga Umbelliferae dan memiliki khasiat obat seperti anti-inflamasi, anti-ulkus, dan antimikroba (Sarumathi et al., 2013). Selain itu juga dapat digunakan dalam penyembuhan penyakit kulit seperti kusta, psoriasis, eksim, dan gatal-gatal (Idris & Nadzir, 2017).



Gambar 1. A. Tanaman pegagan (*Centella asiatica*)

Klasifikasi Pegagan (*Centella asiatica*) antara lain (Vijayakumar et al., 2023):

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Apiales
Famili : Apiaceae
Genus : Centella
Spesies : *Centella asiatica*

Centella asiatica merupakan salah satu tanaman herba dengan tinggi sekitar 15-25 cm. Daun pegagan memiliki tangkai daun berwarna hijau dengan panjang sekitar 20 cm dengan ujung daun bulat. Bunganya berukuran kecil sekitar 3 mm berwarna putih, merah, pink maupun ungu. Akar dari tanaman tumbuh vertikal ke bawah (Fernenda dkk, 2023). Menurut Faradila (2022), pegagan (*Centella asiatica*) tidak memiliki rasa, tidak memiliki bau, serta dapat tumbuh di sekitar air.

Centella asiatica dapat dimanfaatkan masyarakat untuk pengobatan tradisional dari berbagai macam penyakit seperti penyakit kulit, rematik, peradangan, sifilis, epilepsi, histeria, dehidrasi maupun diare. Beberapa penelitian juga menyatakan bahwa pegagan (*Centella asiatica*) berpotensi dalam agen antimikroba, antioksidan, agen sintetis kolagen serta dapat berperan untuk penyembuhan luka (Faradila, 2022).

2.2 Kandungan Senyawa Pegagan (*Centella asiatica*)

Beberapa komponen bioaktif dalam tanaman pegagan adalah asiatikosida, tankunisida, isotankunisida, madekasosida, brahmosida, brahminosida, asam brahmik, asam madasiatik, meso-inositol, sentelosida, karotenoid, hidrokotilin, vellarin, tanin serta garam mineral seperti kalium, natrium, magnesium, kalsium, dan besi. Tanaman pegagan juga mengandung asiatikosida berupa glikosida dan banyak digunakan dalam ramuan obat tradisional atau jamu. Asiatikosida, asam asiatik, madekasida, dan madekasosida termasuk golongan triterpenoid, sementara sitosterol dan stigmasterol termasuk golongan steroid serta vallerin brahmosida

golongan saponin. Asiatikosida merupakan glikosida triterpen, derivat alfaamarin dengan molekul gula yang terdiri atas dua glukosa dan satu rhamnosa. Aglikon triterpen pada pegagan disebut asiatikosida yang mempunyai gugus alkohol primer, glikol, dan satu karboksilat teresterifikasi dengan gugus gula (Sutardi, 2016)

Pegagan (*Centella asiatica*) memiliki kandungan senyawa bioaktif antara lain saponin, minyak atsiri, turunan flavonoid, seskuiterpenes, asam triterpenat, steroid triterpenik dan polifenol, yang mana senyawa terpenes, flavonoid dan polifenol tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Beberapa penelitian menyatakan bahwa ekstrak dari *Centella asiatica* juga mampu memberikan efek perlindungan terhadap sinar UV (Faradila dkk, 2022).

Kandungan flavonoid dalam pegagan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai tabir surya karena memiliki gugus kromofor yang bisa menyerap sinar UV-A dan UV-B. Selain flavonoid, tanaman pegagan (*Centella asiatica*) juga mengandung senyawa fenolik yang mana senyawa tersebut memiliki ikatan yang saling berkonjugasi dalam inti benzene dimana pada saat terkena sinar UV maka akan terjadi resonansi secara transfer elektron sehingga senyawa tersebut dapat berpotensi sebagai *photoprotective* (Prasiddha dkk, 2016).

Aktivitas antioksidan daun pegagan yang telah diteliti dalam penelitian sebelumnya menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol menunjukkan bahwa daun pegagan memiliki nilai IC₅₀ sebesar 481,64 ppm (Wientarsih et al., 2013). Salah satu metode uji aktivitas antioksidan yang sering digunakan adalah metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl). Mekanisme kerja dari metode DPPH adalah mereaksikan antioksidan yang terdapat pada sampel dengan DPPH dimana antioksidan akan mendonorkan atom hidrogennya sehingga akan menghambat aktivitas dari radikal bebas (Sitorus dkk., 2013). Oleh karena itu dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk menguji aktivitas antioksidan ekstrak etanol herba pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) dengan metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) yang dinyatakan dengan nilai IC₅₀.

2.3 Antioksidan Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica*)

Banyak tanaman yang berkhasiat sebagai antioksidan yaitu tanaman yang mengandung karotenoid dan polifenol terutama flavonoid sehingga banyak diformulasikan sebagai antioksidan alami yang dapat dibuat dalam bentuk sediaan oral sebagai vitamin dan topikal sebagai produk perawatan kulit. Antioksidan adalah zat yang bisa memberi perlindungan endogen dan tekanan oksidatif eksogen dengan menangkap radikal bebas (Lai-Cheong & McGrath, 2017; Allemann & Baumann, 2008). Antioksidan merupakan molekul yang mampu menghambat oksidasi molekul lain.

Antioksidan memiliki banyak manfaat untuk kesehatan kulit yaitu sebagai antipenuaan, perlindungan dari ROS akibat stress oksidatif dan perlindungan dari UV. UV (180-400 nm) menyebabkan kerusakan beberapa sel, menghasilkan $1O_2$, $\bullet OH$, H_2O_2 , dan ROS lainnya. Sinar UVB (290-320 nm) diserap oleh kromofor pidermal seperti melanin dan asam urokanik dan timbal untuk mengarahkan kerusakan molekuler sekaligus menghasilkan ROS. Dengan adanya H_2O_2 , radiasi UVB mengarah pada pembentukan $\bullet OH$ yang menyebabkan kerusakan DNA.

Sinar UVA (320-400 nm) menembus lebih dalam dermis, meningkatkan produksi ROS, dan berkontribusi pada kerusakan jangka panjang. Baik UVA dan UVB menginduksi aktivasi berbagai faktor transkripsi pada sel kulit, termasuk NF- κB (faktor transkripsi yang terlibat dalam respons stres peradangan dan seluler), yang pada gilirannya dapat meningkatkan produksi matriks metaloproteinase (MMPs), kelompok enzim yang menurunkan kolagen dan elastin. Kulit terus dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan terutama radiasi UV. Di kulit, radikal bebas yang disebabkan oleh radiasi UV dapat menyebabkan kerusakan DNA dan untuk protein dapat mengacaukan membran keratinosit sehingga menyebabkan penuaan sel kulit prematur. Saat terkena radiasi UV, kulit mengalami perubahan yang mengakibatkan

radang, photoaging, dan berbagai kelainan kulit, photoaging kulit disertai kerutan, kehilangan elastisitas, meningkatnya kerapuhan kulit, dan penyembuhan luka yang lebih lambat.

Tanaman menghasilkan banyak antioksidan untuk mengendalikan stres oksidatif disebabkan oleh sinar matahari dan oksigen dan dapat menjadi sumber senyawa. Asupan antioksidan alami dapat menurunkan risiko kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes dan penyakit yang berhubungan dengan penuaan. Sebagian besar fitoantioksidan mengandung senyawa polifenol atau terpen kelompok penting dari senyawa antioksidan. Polifenol terbesar adalah flavonoid (flavonol, flavon, flavanon, antosianidin, dan isoflavonoid) banyak digunakan dalam produk perawatan kulit (Jain & Agrawal, 2008).

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an yaitu QS. Asy-Syu'ara ayat 7.

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya : *“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak kami tumbuhkan di bumi berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?”*.

Dalam tafsir Al-Misbah, (2002), menyebutkan bahwa Adakah mereka akan terus mempertahankan kekufuran dan pendustaan serta tidak merenungi dan mengamati sebagian ciptaan Allah di bumi ini? Sebenarnya, jika mereka bersedia merenungi dan mengamati hal itu, niscaya mereka akan mendapatkan petunjuk. Kamilah yang mengeluarkan dari bumi ini beraneka ragam tumbuh-tumbuhan yang mendatangkan manfaat. Dan itu semua hanya dapat dilakukan oleh Tuhan yang Mahaesa dan Mahakuasa (Shihab, 2002).

Pada ayat ini Allah mengajak mereka untuk belajar dari alam, agar mereka tahu bahwa Allah saja yang berhak disembah. Dan apakah mereka yaitu orang musyrik itu tidak memperhatikan apa yang mereka lihat di hamparan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan tumbuh-tumbuhan yang baik dan membawa banyak sekali kemanfaatan bagi manusia. Bukan kah itu pertanda atas kekuasaan Allah, dan anugerah-Nya yang tak terhingga kepada manusia.

Pada ayat tersebut disebutkan bahwa Allah SWT menciptakan berbagai macam pasang tumbuhan yang baik. Artinya tidak ada tumbuhan di bumi ini yang tidak baik, semua tumbuhan baik dan bermanfaat. Salah satu contoh tumbuhan yang baik dan bermanfaat adalah tumbuhan pegagan (*Centella asiatica*), yang mana pada bagian daunnya memiliki banyak kandungan senyawa kimia seperti saponin, etanol, alkaloid, flavonoid dan minyak atsiri. Senyawa kimia yang terdapat pada daun pegagan (*Centella asiatica*) memiliki potensi untuk melindungi kulit dari paparan radiasi sinar ultraviolet.

Flavonoid memiliki manfaat untuk meningkatkan kesehatan dengan spectrum yang luas dan merupakan komponen yang sangat diperlukan dalam berbagai *nutraceutical*, farmasi, obat dan aplikasi kosmetik. Hal ini disebabkan karena flavonoid memiliki beragam aktivitas seperti antioksidan, antiinflamasi, antimutagenik dan sifat antikarsinogenik ditambah dengan kapasitasnya untuk memodulasi seluler kunci fungsi enzim (Khorunnisa & Sumiwi, 2019).

2.4 Green-Extraction

Ekstraksi memiliki peran penting dalam menentukan kualitas keseluruhan ekstrak. ekstraksi pada suhu yang rendah lebih disarankan untuk menghindari paparan yang berkepanjangan pada suhu tinggi Karena akan menyebabkan kerusakan signifikan pada bagian aktif dari ekstrak. Berdasarkan jenis biomassa tumbuhan, penggunaan pelarut dan metode ekstraksi yang sesuai harus dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi dan hasil maksimum dari senyawa aktif dalam ekstrak setelah melalui pelarut yang rendah dalam metode ekstraksi tradisional, peneliti telah mengeksplorasi metode yang lebih efisien dalam menggunakan pelarut yang biodegradable dan tidak berbahaya. teknologi ini menggunakan ekstraksi dengan memanfaatkan ultrasonik dan ekstraksi fluida yang umumnya dikenal sebagai teknologi green extraction (Awad, 2021).

Green extraction didasarkan pada proses ekstraksi yang mengurangi konsumsi energi sehingga memungkinkan penggunaan pelarut dengan mengurangi limbah dengan

mengubahnya menjadi produk sampingan serta menjamin produk akhir yang aman dan berkualitas tinggi. (Martins, 2023).

Green extraction mewakili perubahan dalam bidang ekstraksi bahan alam dengan menekankan keberlanjutan, kesadaran lingkungan, dan efisiensi. Metode-metode ini mengutamakan dampak lingkungan yang minimal terkait dengan proses ekstraksi tradisional. Pentingnya teknik ini terletak pada penanganan keterbatasan teknik konvensional, seperti rendahnya hasil, penggunaan pelarut yang besar, dan risiko degradasi senyawa-senyawa yang sensitif terhadap panas. Manfaat dari green extraction meliputi peningkatan efisiensi, pengurangan konsumsi pelarut, serta pemeliharaan senyawa-senyawa bioaktif yang berharga. Contoh teknik ekstraksi hijau meliputi ekstraksi fluida superkritis (SFE), ekstraksi air subkritis (SWE), ekstraksi terbantu ultrasonik (UAE), dan ekstraksi terbantu microwave (MAE), di antara lain. Signifikansi dan keunggulan dari masing-masing metode ini berkontribusi pada pendekatan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam ekstraksi bahan alam. (Usman, 2023). Beberapa metode yang digunakan dalam green extraction adalah SFE (Supercritical fluid extraction), SWE (Subcritical water extraction), UAE (Ultrasound assisted extraction), MAE (Microwave assisted extraction) dan kombinasi metode yaitu MUAE.

2.5 PEF (*Pulsed Electric Field*)

Pulsed Electric Field (PEF) adalah metode ekstraksi non-termal yang menggunakan medan listrik tinggi untuk waktu yang singkat. Penggunaan PEF bertujuan untuk mempercepat proses penarikan senyawa tanpa merusak senyawa aktif tanaman (Bocker & Silva, 2022). Pada proses PEF, bahan yang akan diekstraksi ditempatkan di antara dua elektroda. Medan listrik yang tinggi kemudian diterapkan pada bahan tersebut selama beberapa detik. Medan listrik ini menyebabkan air terionisasi, membentuk lubang-lubang pada membran sel. Melalui lubang-

lubang tersebut, senyawa yang terkandung di dalam sel dapat mengalir keluar sel (Verma *et al.*, 2021).

Pulsed Electric Field (PEF) merupakan salah satu metode perlakuan pendahuluan bahan secara *non thermal* dengan menggunakan kejutan listrik intensitas tinggi yang didasarkan pada denyut pendek pada tegangan tinggi ke bahan yang ditempatkan diantara dua elektroda. Pulsa tegangan tinggi yang diterapkan mengakibatkan suatu medan elektrik yang menyebabkan suatu sel termodifikasi pada membran dan cairan sel. Pada penelitian Sukardi (2014), perlakuan PEF menghasilkan rendemen sebesar 0,708% meningkat 0,140% dari perlakuan kontrol (non PEF) yakni sebesar 0,640%.

Kejut listrik yang diaplikasikan membuat sel mengalami elektroporasi sehingga mempermudah difusi senyawa yang terdapat di dalam sel. Bahan ekstraksi yang menggunakan bantuan PEF akan menghasilkan rendemen 4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan metode ekstraksi lain (Eing *et al.*, 2013). Pada proses menggunakan bantuan PEF ada beberapa faktor yang mempengaruhi ekstraksi yaitu kekuatan medan listrik dan lama proses untuk meningkatkan permeabilitas bahan sehingga senyawa bioaktif di dalam bahan dapat dengan mudah terekstrak.

Penggunaan PEF dengan waktu yang tepat dapat mempengaruhi perubahan struktur sel seperti rusaknya membrane membrane sitoplasma sel, dalam proses pecahnya sel adalah semakin lama waktu yang diberikan dalam memberikan pulsa tegangan tinggi pada sel maka akan terjadi penurunan yang berujung pada rusaknya membrane sitoplasma sel (Mulyadi & Wijana, 2016).

2.6 MUAE (*Microwave-Ultrasound Assisted Extraction*)

Ekstraksi dengan menggunakan gelombang mikro dan ultrasonik (MUAE) merupakan metode ekstraksi yang memanfaatkan teknologi ultrasonik dan microwave dibandingkan dengan teknologi ekstraksi baru lainnya seperti PLE (pressurized liquid extraction), EAE

(enzyme-assisted extraction) dan SFE (supercritical fluid extraction) (Prasetyaningrum, 2022).

Microwave-Ultrasound Assisted Extraction (MUAE) merupakan metode ekstraksi yang menggunakan kombinasi gelombang mikro dan gelombang ultrasonik untuk mempercepat dan meningkatkan efisiensi ekstraksi senyawa bioaktif dari bahan alami seperti tumbuhan atau mikroorganisme. Teknik ini menggabungkan keunggulan masing-masing gelombang (ultrasonic dan mikro) untuk mencapai hasil ekstraksi yang optimal.

Gelombang mikro menghasilkan energi mikro yang dapat mempercepat perpindahan massa, meningkatkan suhu larutan, dan merangsang perubahan struktur sel bahan baku. Pemanasan cepat dari gelombang mikro memungkinkan aktivasi enzim dan peningkatan perpindahan massa pada bahan mentah. Sedangkan, Gelombang ultrasonik bekerja dengan cara menghasilkan gelombang tekanan tinggi melalui fenomena kavitasi, di mana gelembung mikroskopis terbentuk dan meledak secara cepat. Ini menciptakan mikroaliran yang kuat dan membuka sel-sel bahan baku, memungkinkan pelarut dan senyawa-senyawa bioaktif untuk diekstraksi lebih efisien.

Ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonic untuk merusak dinding sel dan melepaskan senyawa aktif. Gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ultrasonik dipancarkan dari perangkat ekstraksi ultrasonic menyebabkan kavitasi pada pelarut. Kavitasi adalah pembentukan dan runtuhnya gelembung vakum dalam cairan dengan cepat. Runtuhnya gelembung vakum ini menimbulkan gelombang kejut yang dapat menghancurkan dinding sel (Setyantoro *dkk.*, 2019). Ekstraksi dengan UEA memiliki keuntungan yaitu terjadi peningkatan penetrasi cairan ke dalam dinding sel, laju perpindahan massa lebih cepat dan hasil ekstraksi lebih tinggi dibandingkan ekstraksi maserasi (Marlina *et al.*, 2022).

Ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro (MAE) adalah sebuah metode untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi. Gelombang mikro dapat dengan cepat menyebarkan panas merata dalam pelarut sehingga meningkatkan kelarutan senyawa aktif dan mempercepat proses ekstraksi (Yuniati *dkk.*, 2021). Keunggulan MAE sebagai metode ekstraksi adalah meminimalkan penggunaan pelarut organik dan merupakan metode ekstraksi yang hemat waktu dan ramah lingkungan (Bintari *et al.*, 2018).

2.7 PSA (*Particle size analyzer*)

Particle size analyzer (PSA) merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk pengujian distribusi ukuran partikel berukuran nanometer. Prinsip pengukuran alat PSA ini berdasarkan pada hamburan cahaya laser oleh partikel-partikel dalam sampel. Cahaya yang berasal dari laser dipancarkan melalui pinhole (jarum kecil) kemudian dikirim ke partikel dalam sampel. Partikel-partikel dalam sampel menghamburkan kembali cahayanya melalui pinhole dan masuk ke detector. Sinyal analog yang terdeteksi diubah menjadi sinyal digital yang kemudian diolah menjadi deret hitung (Nuraeni *et al.*, 2013).

Particle size analyzer (PSA) bekerja dengan metode *Dynamic Lights Scattering* (DLS) dengan panjang gelombang maksimum 633 nm. Pada proses kerjanya, cahaya yang muncul dari alat PSA akan dihamburkan oleh partikel di dalam sampel. Cahaya yang dihamburkan akan berbanding terbalik dengan ukuran partikel tersebut. Alat PSA memanfaatkan sumber cahaya dan setektor dari tabung photo multiplier dan fotodioda. Dari hamburan cahaya tersebut akan menghasilkan sinyal analog yang akan diubah menjadi sinyal digital kemudian diolah menjadi deret hitung (FR, 2022).

Metode pengukuran menggunakan PSA ini dinilai lebih efektif dan akurat dibandingkan dengan metode gambar seperti SEM dan TEM karena menggunakan cahaya laser sebagai media informasi. Selain itu waktu pengukuran yang lebih cepat karena cahaya

memiliki kecepatan rambat yang sangat besar sehingga dapat mengirim informasi dalam waktu yang sangat singkat (Nuraeni *et al*, 2013).

2.8 Sun Protection Factor (SPF)

Efektivitas dari suatu sediaan tabir surya dalam melindungi kulit dari sinar ultraviolet dapat ditunjukkan dengan nilai *Sun Protection Factor* (SPF). Besarnya kemampuan suatu senyawa untuk melindungi kulit dari sinar matahari dapat dilihat berdasarkan nilai SPF, yaitu nilai perlindungan terhadap ultraviolet yang adapt melindungi kulit terbakar dari sinar matahari. Nilai SPF dapat mengindikasikan berapa lama kita dapat berada di bawah paparan sinar matahari langsung tanpa menyebabkan kulit terbakar (Dipahayu & Arifiyana, 2019).

Untuk dapat melihat potensi suatu produk tabir surya dalam menyerap sinar ultraviolet maka dapat ditentukan dengan menentukan nilai SPF, sehingga potensi tabir surya dapat dikategorikan seperti pada Tabel 1. *Sun Protection Factor* (SPF) hanya mengukur perlindungan terhadap radiasi ultraviolet. Nilai SPF yang diperlukan untuk individu tertentu dapat dipengaruhi oleh pengetahuan tentang klimatologi ultraviolet, perilaku penggunaan di luar ruangan, dan kerentanan individu terhadap sinar matahari. Perbedaan letak geografis juga turut mempengaruhi besaran paparan radiasi ultraviolet yang berbeda berdasarkan garis lintangnya. Pada daerah tropis memiliki paparan radiasi ultraviolet yang tertinggi, sementara bagian paling utara dan selatan memiliki paparan radiasi ultraviolet paling sedikit (Widiyawati dkk, 2019).

Tabel 1. Keefektifan tabir surya berdasarkan nilai SPF

Nilai SPF	Kategori Proteksi Tabir Surya
2-4	Proteksi minimal
4-6	Proteksi sedang
6-8	Proteksi ekstra
8-15	Proteksi maksimal
>15	Proteksi ultra

2.81 Pengukuran Nilai SPF

Pengukuran nilai SPF suatu sediaan tabir surya dapat dilakukan secara in vitro. Metode pengukuran nilai SPF secara in vitro secara umum terbagi menjadi dua tipe. Tipe pertama adalah dengan cara mengukur serapan atau transmisi radiasi ultraviolet melalui lapisan produk tabir surya pada plat kuarsa atau biomembran. Tipe yang kedua adalah dengan menentukan karakteristik serapan tabir surya menggunakan analisis spektrofotometri larutan hasil pengenceran dari tabir surya yang diuji (Purwaningsih dkk, 2021).

Dalam menentukan nilai SPF menurut More, B. H. dapat menggunakan persamaan Mansur sebagai berikut (Dipahayu & Arifiyana, 2019).

$$\text{SPF} = \text{CF} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

Keterangan :

CF : Faktor Koreksi (*Correction Factor*) = 10

EE : Efisiensi eritemal/Efektivitas eritema yg disebabkan sinar UV pada panjang gelombang λ nm (*Erythemat effect spectrum*)

I : Spektrum simulasi sinar cahaya/Intensitas sinar UV pada panjang gelombang λ nm.

Abs : Absorbansi produk tabir surya

Tabel 2. Nilai EE x1 dalam perhitungan SPF

Panjang Gelombang (nm)	EE(λ) x I(λ)
290	0,015
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,839
320	0,018
Total	1

2.8 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorbsika oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi, spectrum ini sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Sinar ultraviolet berada pada penjang gelombang 200-400 nm sedangkan sinar tapak berada pada panjang gelombang 400-800 nm (Dachriyanus dkk, 2004).

Interaksi senyawa organik dsengan sinar ultraviolet dan sinar tampak dapat digunakan untuk menentukan struktur molekul senyawa organik. bagian dari molekul yang paling cepat bereaksi dengan sinar tersebut adalah elektron-elektron tersebut, maka elektron akan tereksitasi dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Eksitasi elektron direkam dalam bentuk spektrum yang dinyatakan sebagai panjang gelombang dan absorbansi sesuai dengan jenis elektron-elektron yang terdapat dalam molekul yang dianalisis (Suharti, 2017).

Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spectrometer menghasilkan sinar dari spketrum dengan panjang gelombang tertentu, sementara fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsrobsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum tampak yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorbsi larutan sampel dan alat untuk mengukur perbedaan absorbansi antara sampel dan blanko ataupun pembanding (Noviyanti, 2020).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif eksploratif. Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahap yakni, ekstraksi serbuk simplisia pegagan menggunakan metode *Microwave Ultrasonic Assisted Extraction* (MUAE) dengan pretreatment *Pulsed Electric Field* (PEF), karakterisasi ukuran partikel ekstrak pegagan menggunakan metode PSA (*Physical size analyse*) dan uji SPF secara in vitro menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2024 di beberapa Laboratorium. *Microwave Ultrasonic Assisted Extraction* (MUAE) dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji nilai SPF secara in vitro dilaksanakan di Laboratorium Genetika Molekuler, Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji PSA (*physical size analyse*) dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Timbangan analitik, Gelas ukur 250 ml, kuvet volume 3,5 mL, spektrofotometer UV-Vis, *Microwave Analysis Extraction* (MAE), *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE), *Pulsed Electric Field* (PEF) dan *Particle Size Analyzer* (PSA).

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penenilitan ini adalah serbuk simplisia pegagan (*Cantella asiatica* L) yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional Tawangmangu dalam bentuk serbuk, Aquades, Etanol 96%.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Preparasi simplisia pegagan (*Cantella asiatica* L.)

Simplisia pegagan diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional Tawangmangu dalam bentuk serbuk. Simplisia pegagan yang digunakan dalam penelitian sebanyak 40 gram, dengan rincian 20 gram menggunakan treatment PEF.

3.4.2 Pre-extraction Simplisia Pegagan dengan *Pulsed Electric Field* (PEF)

Simplisia pegagan sebanyak 30 gram ditimbang dan diberi perlakuan PEF (*Pulsed electric field*) berupa gelombang DC, dengan tegangan 2.000 volt, dan frekuensi 2.000 Hz dalam waktu 3 detik, yang kemudian diekstraksi menggunakan metode UAE dan MAE (Sukardi *et al.*, 2022)

3.4.3 Ekstraksi Metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE)

Simplisia pegagan hasil pre-ekstraksi menggunakan PEF ditimbang sebanyak 10 gram dan dilarutkan dalam aquades sebanyak 100 mL (1:10), campuran filtrat diberi perlakuan ultrasonic bath selama 20 menit pada frekuensi 42 KHz (Vinatoru *et al.*, 2017 dengan modifikasi). Hasil ekstraksi kemudian disaring dengan kertas whatman yang kemudian dipekatkan menggunakan *freez drying* dengan suhu -45°C selama 48 jam.

3.4.4 Ekstraksi Metode *Microwave Analysis Extraction* (MAE)

Simplisia pegagan dengan pemberian perlakuan PEF, selanjutnya diberikan perlakuan *microwave* dengan daya 298 watt dengan waktu 5 menit (Guan, 2018). Hasil ekstraksi dengan *microwave* selanjutnya diberikan perlakuan ekstraksi menggunakan *ultrasonic assisted extraction*

dengan waktu 11 menit pada frekuensi 42 KHz (Verdiana, 2018). Hail ekstraksi kemudian disaring dengan kertas whatman yang kemudian dipekatkan menggunakan freeze drying dengan suhu -45C selama 48 jam (Dipahayu *et al.*, 2018).

3.5 Karakterisasi Ukuran Partikel Metode *Particle Size Analyzer* (PSA)

Karakterisasi ukuran partikel ekstrak pegagan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) yang bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel dan distribusinya. Pengukuran ekstrak mengacu pada metode Nraeni *et al* (2013), sampel yang dihomogenkan diteteskan pada lensa identifikasi kemudian ditembakkan sinar laser dengan gelombang nano untuk menghasilkan graik sebaran informasi sejumlah data yang secara otomatis terekam pada layar monitor.

3.6 Uji Nilai *Sun Protecting Factor* (SPF)

Serbuk ekstrak diencerkan sebanyak 100.000 ppm dengan konsentrasi masing-masing ekstrak (5.000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm) ditimbang sebanyak 1.000 mg diencerkan menggunakan pelarut etanol 96% 10 mL kemudian dihomogenkan. Spektrofotometer UV-Vis dikalibrasi menggunakan etanol 96% dengan memasukkan 1 ml etanol ke dalam kuvet dan dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis. Masing-masing konsentrasi sampel ekstrak dibuat ulangan sebanyak 3 kali. Dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 290-320 nm dengan spektrofotometer Uv-Vis (Pratama & Zulkarnain, 2015). Kemudian dihitung hasil absorbansinya untuk digunakan menghitung nilai SPF, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{SPF} = \text{CF} \times \sum_{290}^{320} \text{EE} (\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs} (\lambda)$$

Keterangan :

CF : Faktor Koreksi (*Correction Factor*) = 10

EE : Efisiensi eriternal/Efektivitas eritema yang disebabkan sinar UV pada panjang gelombang λ nm (*Erythemat effect spectrum*)

I : Spektrum simulasi sinar cahaya/Intensitas sinar UV pada panjang gelombang λ nm.

Abs : Absorbansi produk tabir surya

Nilai EE x I adalah suatu ketetapan/konstanta pada panjang gelombang 290-320.

3.7 Analisis Data

Keseluruhan data yang diperoleh dalam penelitian ini digunakan untuk melihat karakterisasi ukuran dan nilai *Sun Protecting Factor* (SPF) ekstrak pegagan hasil green-extraction dengan metode MUAЕ. Pengolahan data menggunakan analisis deskriptif. Analisis deskriptif adalah metode yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan data yang terkumpul untuk membuat kesimpulan. Data yang diperoleh diinterpretasikan dan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Data absorbansi SPF kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Mansur kemudian hasilnya dibandingkan dengan standar (FDA) *food and drug administration*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji *Particle Size Analyzer* (PSA) Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica*)

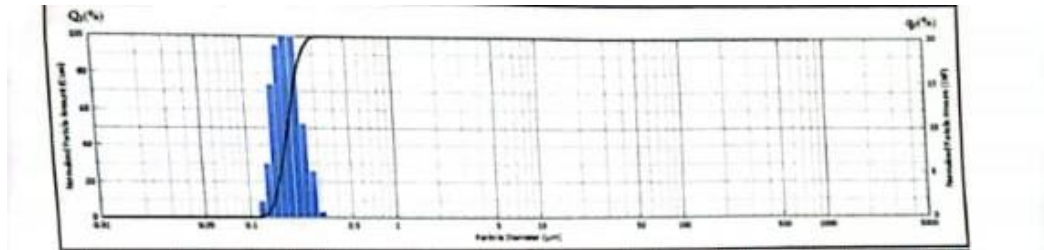
Tanaman pegagan (*Centella asiatica*) merupakan salah satu jenis tanaman obat tradisional yang dimanfaatkan dalam bentuk bahan segar, kering, maupun dalam bentuk ramuan. Bagian dari tanaman pegagan yang dimanfaatkan sebagai bahan obat adalah daunnya. Pemanfaatan daun pegagan juga dapat diaplikasikan pada bahan kosmetik sehingga membutuhkan ukuran nanopartikel agar lebih mudah menyebar dan lebih akurat dalam mencapai target.

Ukuran dan distribusi ukuran partikel merupakan karakteristik yang paling penting di dalam suatu sistem nanopartikel karena dapat menentukan distribusi *in vivo*, toksisitas, pelepasan obat, dan kemampuan untuk *targeting* dari (Laili dkk, 2014). Untuk melihat suatu formula menjadi nanopartikel dapat diketahui dengan melihat distribusi ukuran partikel dari sampel tersebut.

Karakterisasi ukuran partikel ekstrak pegagan menggunakan PSA bertujuan untuk mengetahui sebaran dan distribusi ukuran partikel (tabel 4.1). *Particle Size Analyzer* digunakan untuk menentukan ukuran partikel yang terbentuk. Penelitian ini menggunakan alat PSA dengan teknik *dynamic light scattering* (DLS). Teknik DLS memiliki beberapa keunggulan yaitu memiliki sifat non-invasif terhadap sampel uji dengan durasi pengukuran yang singkat, preparasi sampel uji yang dibutuhkan sederhana, sifat *repeatability* terhadap diameter partikel yang diukur sangat baik, serta biaya yang terjangkau (Jia *et al.*, 2023).

Teknik DLS dinilai lebih akurat jika dibandingkan dengan metode analisa gambar dengan menggunakan SEM dan TEM untuk sampel-sampel dalam ukuran nanometer. Pada PSA partikel didispersikan ke dalam media sehingga partikel tidak saling beraglomerasi, dengan demikian ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari *single particle* (Rawle, 2010).

Ukuran dan distribusi nanopartikel dilakukan menggunakan *particle size analyzer* (PSA) yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, pada tanggal 22 Mei 2024. Distribusi nanopartikel dinyatakan dalam indeks polidispersitas, rentang index polidispersitas berada diantara 0 sampai dengan 1. Nilai indeks polidispersitas mendekati 0 menunjukkan disperse ukuran yang homogeny. Sedangkan indeks dispersitas dengan nilai lebih dari 0,5 menunjukkan homogenitas yang tinggi.



Gambar 2. Grafik Hasil uji ukuran partikel ekstrak pegagan menggunakan PSA

Grafik Hasil uji ukuran partikel menggunakan PSA pada sampel ekstrak daun pegagan memberikan informasi sebaran nanopartikel ekstrak pegagan yang mengumpul di titik terdekat, sehingga ukuran nanopartikel pada ekstrak pegagan merata. Ukuran nanopartikel yang merata ini disebut dengan monodisperse.

Tabel 4.1 Hasil nilai uji ukuran partikel ekstrak pegagan menggunakan PSA

Data	Nilai (nm)
Median	0,191
Mean	0,190
Modul	0,205
Standart deviasi	0,089

Hasil uji ukuran partikel menggunakan PSA pada sampel ekstrak daun pegagan memberikan informasi nilai median sebesar 0,191 nm, nilai mean 0,190 nm, nilai modul 0,205 nm, dan standart deviasi (SD) sebesar 0,89 nm. Nilai median merupakan nilai tengah dari ukuran

partikel, nilai mean merupakan nilai rata-rata partikel, nilai modul merupakan ukuran yang banyak muncul, dan nilai SD merupakan SD (Standar Deviation) menunjukkan lebar distribusi ukuran partikel serta menunjukkan ketelitian ketelitian statistik. Nilai standar deviasi yang rendah menunjukkan ketelitian yang tinggi. Standar deviasi juga berhubungan dengan distribusi ukuran, semakin kecil nilai standar deviasi maka semakin sempit distribusi ukuran partikel tersebut (Indriawati, 2019).

Menurut Mohanraj dan Chen (2006) nanopartikel merupakan partikel bentuk padat dengan ukuran sekitar 10 – 1000 nm. Berdasarkan hasil pengukuran PSA pada ekstrak pegagan didapatkan bahwa ukuran partikel ekstrak pegagan tergolong nanopartikel yaitu sebesar 190-205 nm. Ukuran partikel yang seragam memungkinkan kontrol yang lebih baik atas sifat fisik dan kimia nanopartikel, seperti stabilitas, biokompatibilitas, dan aktivitas biologis. Nanopartikel seragam juga cenderung lebih stabil dalam suspensi dan kurang rentang terhadap agregasi. Umumnya nanopartikel yang tergolong monodispersi digunakan dalam aplikasi pengiriman obat, katalis, dan pengiriman gen (Ayodel.,2018).

Berdasarkan hasil pengukuran partikel ekstrak pegagan menggunakan PSA, diketahui bahwa ukuran partikel ekstrak pegagan tergolong nanopartikel. Fitri *et al.*, (2020) menyatakan bahwa nanopartikel memiliki rentang ukuran sekitar 10-1000 nm. Penggunaan metode pre-treatment PEF (*Pulsed Electric Field*) dan kombinasi metode MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*) mampu memperkecil ukuran partikel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yunira (2021), pemanfaatan gelombang ultrasonik akan membuat sinyal listrik diubah menjadi getaran fisik (gelombang ultrasonik) sehingga memiliki efek sangat kuat pada larutan yang menyebabkan pecahnya molekul. Pada penelitian dengan kombinasi MUAE yang pernah dilakukan oleh Jianfeng (2022) mendapatkan hasil ukuran partikel ekstraksi sebesar 306 nm,

penelitian ini didapatkan ukuran partikel ekstrak dengan rentang lebih kecil yaitu 190-205 nm. Menurut Taha *et al.* (2022) menyatakan, PEF (*Pulsed Electric Field*) dapat memperkecil ukuran partikel molekul pada kuat medan listrik tertentu.

Ukuran nanopartikel dapat mempengaruhi bio-distribusi dan efisiensi konsumsi fitofarmaka pada level sel dengan mempengaruhi daya rekat (adhesi) dan interaksi dalam sel. Nanopartikel dengan ukuran 250 nm mampu bekerja optimal pada fagositosis, namun ukuran nanopartikel <200 nm lebih disukai karena sifat rute input yang akan lebih banyak (Rixvi dan Saleh, 2018). Karakteristik nanopartikel ekstrak polifenol the hijau steaming dengan metode enkapsulasi menggunakan NSD menghasilkan intensitas distribusi ukuran partikel 554,7 nm sebesar 86,9% (Shabri dkk, 2018).

Dalam penelitian yang pernah dilakukan oleh Putri & Prahasti, (2022), ukuran partikel ekstrak kulita buah T. cacao dengan metode ekstraksi maserasi dan perlakuan ultrasonic diketahui mencapai skala nano. Pada ekstraksi ultrasonic terjadi rarefaction cycle yang menyebabkan peningkatan gaya geser pada media cair. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat pengaruh metode maserasi dan ultrasonic terhadap ukuran partikel. Namun, pada penelitian ini perbandingan ukuran partikel metode maserasi dan ultrasonic dilakukan pada ekstrak kulit buah T. cacao. Ekstrak metode maserasi memiliki rata-rata ukuran partikel sebesar 221, 9, dan rata-rata ukuran partikel ekstrak metode ultrasonic 107,8.

Pemanfaatan nanopartikel juga dapat diaplikasikan dalam kosmetik, ukuran partikel yang relatif kecil serta bersifat monodisperse membuat daya hantar dan daya resap tinggi sehingga lebih efektif dalam menerima manfaat kosmetik (Javier *et al.*,2023) akan tetapi dalam produk tabir surya perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai ukuran yang dibutuhkan untuk menangkal UV. Beragamnya ukuran dalam nanopartikel juga memiliki nilai guna yang berbeda beda. Ukuran

nanopartikel dari ekstrak tumbuhan dapat secara signifikan mempengaruhi kinerjanya dalam berbagai aplikasi. Beberapa faktor yang dipertimbangkan adalah sebagai berikut: Aktivitas Biologis: ukuran nanopartikel dapat mempengaruhi bioavailabilitas dan penetrasi sel. Partikel yang lebih kecil cenderung lebih mudah diserap oleh sel-sel tubuh atau dapat lebih mudah masuk ke dalam membrane sel.

Stabilitas dan dispersi: partikel nanopartikel yang lebih kecil biasanya memiliki energi permukaan yang lebih tinggi, yang dapat mempengaruhi kolid mereka dalam larutan. Hal ini penting untuk aplikasi seperti pengiriman obat, di mana stabilitas partikel dalam formulasi sangat diperlukan. Efek farmakologis: ukuran nanopartikel dapat mempengaruhi cara di mana senyawa aktif dari ekstrak tumbuhan berinteraksi dengan target biologis. Hal ini dapat mempengaruhi efikasi dan efektivitas penggunaannya dalam terapi atau pengobatan.

Allah SWT telah menciptakan manusia dengan akal pikiran yang sempurna dan manusia sebagai makhluk yang memiliki akal pikiran sempurna, haruslah menggunakan akal pikirannya dengan sebaik-baiknya. Manusia diciptakan untuk menjadi khalifah di bumi dan dituntut untuk dapat memanfaatkan segala sesuatu yang ada di muka bumi ini untuk kemaslahatan umat manusia. Seperti yang telah disebutkan dalam firman Allah Q.S Al-Imran ayat 190-191.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ. الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَفُجُودًا
وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطِيلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya siang dan malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang yang berakal. Yaitu orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.*”

Dalam tafsir Al-Misbah, (2002). Hukum-hukum alam yang melahirkan kebiasaan-kebiasaan pada hakikatnya ditetapkan dan diatur oleh Allah yang Maha Hidup. Hakikat ini kembali

dijelaskan dalam ayat ini dan ayat mendatang, dan salah satu bukti kebenaran hal tersebut adalah mengundang manusia untuk berpikir, karena *Sesungguhnya dalam penciptaan*, yakni kejadian-kejadian seperti matahari, bulan dan jutaan gugusan bintang-bintang yang terdapat di *langit* atau dalam pengaturan sistem kerja langit sangat teliti serta kejadian *dan* perputaran *bumi* dan porosnya, yang melahirkan *silih bergantinya siang dan malam*, maupun dalam panjang pendeknya *terdapat tanda-tanda* kemahakuasaan Allah *bagi ulul albab*, yakni orang-orang yang memiliki akal yang murni (Shihab, 2002).

Kata (الأَلْبَابِ) *al-albab* adalah bentuk jamak dari kata *lubb* yaitu sari pati sesuatu. Ulul Albab adalah orang-orang yang memiliki akal yang murni, yang tidak diselubungi oleh kulit, yakni kabut ide yang dapat melahirkan kekacauan dalam berpikir. Yang merenungkan tentang fenomena alam raya akan dapat sampai kepada bukti yang sangat nyata tentang keesaan dan kekuasaan Allah SWT (Shihab, 2002).

Dalam tafsir Al-Misbah(2006), ayat 191 menjelaskan bahwa telah menjadi ciri Ulû al-Albâb bahwa mereka selalu merenungkan keagungan dan kebesaran Allah dalam hati di mana pun mereka berada, dalam keadaan duduk, berdiri dan berbaring. Mereka selalu merenungkan penciptaan langit dan bumi, dan keunikan yang terkandung di dalamnya sambil berkata, "Tuhanku, tidak Engkau ciptakan jagat ini tanpa ada hikmah yang telah Engkau tentukan di balik itu. Engkau tersucikan dari sifat-sifat serba kurang, bahkan ciptaan-Mu itu sendiri adalah bukti kekuasaan dan hikmah-Mu. Hindarkanlah kami dari siksa neraka, dan berilah kami taufik untuk menaati segala perintah-Mu. Dalam ayat tersebut dapat diambil pesan bahwa Allah SWT memerintahkan kepada manusia untuk merenungkan dan memikirkan kebesaran-Nya melalui penciptaan-Nya yang begitu luar biasa. Manusia diberikan akal pikiran agar dapat memahami dan mengambil

pelajaran dari tanda-tanda tersebut. Oleh karena itu, manusia dituntut untuk memahami makna di balik penciptaan alam semesta, serta untuk mengenail dan mengingat Allah SWT (Shihab, 2002).

Penciptaan nanopartikel dapat dikaitkan dengan ayat-ayat tersebut dalam beberapa konteks: (1) penciptaan dan kekuasaan Allah: Al-Qur'an menekankan bahwa segala sesuatu dalam alam semesta ini adalah hasil ciptaan-Nya. Studi nanopartikel yang merupakan struktur sangat kecil di tingkat atom atau molekul adalah bagian dari manifestasi kekuasaan Allah dalam menciptakan berbagai macam struktur yang kompleks. (2) Tantangan berpikir: ayat-ayat tersebut menantang kepada manusia untuk menggunakan akal mereka untuk memahami tanda-tanda kebsaran Allah dalam penciptaan-Nya. Studi tentang nanopartikel mengharuskan manusia untuk berotkir mendalam tentang struktur dan fungsi partikel-partikel ini yang sering kali tidak terlihat oleh mata telanjang. Hal ini memerlukan pemikiran kritis dan pengamatan yang cermat terhadap ciptaan Allah di tingkat yang sangat kecil dan kompleks ini.

4.2 Hasil Uji *Sun Protecting Factor* (SPF) Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica*)

Efektivitas tabir surya dari suatu bahan alam dapat dinilai dari kemampuan proteksinya yang dinyatakan dalam nilai SPF (*Sun Protecting Factor*). Dimana bahan aktif atau kandungan senyawa aktif didalamnya akan mempengaruhi besarnya nilai SPF yang dihasilkan. *Sun Protection Factor* (SPF) merupakan indikator universal yang digunakan untuk menggambarkan efektivitas produk tabir surya. Nilai SPF (*sun protecting factor*) menunjukkan kemampuan dalam melindungi dari sinar ultraviolet. Semakin tinggi nilai SPF maka akan semakin baik pula efektivitas perlindungan terhadap sinar matahari dan pengaruh buruk sinar ultraviolet.

Penentuan nilai SPF ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) dalam penelitian ini dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Konsentrasi larutan sampel ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) yang dibuat adalah 5.000, 10.000, dan 15.000 ppm menggunakan

pelarut etanol 96% sebagai larutan pengencer dan blanko. Larutan tersebut diukur absorbansinya dengan panjang gelombang sinar UV (290-320 nm). Nilai absorbansi mengalami peningkatan pada setiap kenaikan konsentrasi larutan sampel ekstrak pegagan (*Centella asiatica*).

Berdasarkan hukum Lambert-Beer (*Beer's law*) terdapatnya hubungan linieritas antara absorban dengan konsentrasi larutan analit. Semakin besar konsentrasi larutan pada sampel, semakin besar juga nilai absorbansi yang diperoleh. Hasil absorbansi setiap sampel larutan dikalkulasi menggunakan persamaan Mansur untuk menentukan nilai SPF.

Tabel 4.2 Nilai SPF Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica*)

Konsentrasi (ppm)	Nilai SPF	Kategori
5.000 ppm	4,52	Sedang
10.000 ppm	8,97	Ekstra
15.000 ppm	12,73	Maksimum

Hasil penentuan nilai SPF larutan ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) disajikan pada Tabel 4.2 Nilai SPF rata-rata dengan variasi konsentrasi 5.000, 10.000, dan 15.000 ppm berturut-turut yaitu 4,52 (sedang), 8,97 (ekstra), 12,7 (maksimum). Pada sediaan tabir surya proteksi terhadap sinar radiasi ultraviolet jika memiliki retang nilai SPF 2-100. Menurut FDA (*Food Drug Administration*) kategori kemampuan tabir surya dalam proteksi terhadap sinar UV berdasar nilai SPF (*Sun protecting factor*) yaitu nilai 2-4 (minimal), 4-6 (sedang), 6-8 (ekstra), 8-15 (maksimal), dan >15 (ultra) (lestari, 2021). Bahar et al. (2021), nilai SPF rata-rata ekstrak etanol daun jeruju mengalami peningkatan pada setiap kenaikan konsentrasi ekstrak. Konsentrasi ekstrak jeruju berturut-turut yaitu 100; 200; 300; 400; dan 500 menghasilkan rata-rata nilai SPF setiap konsentrasi sebesar 1,3165; 1,7202; 2,2672; 2,9678, dan 3,8478.

Nilai *sun protecting factor* (SPF) pada ekstrak pegagan menunjukkan kenaikan pada setiap konsentrasinya. Faktor yang mempengaruhi penentuan nilai SPF yaitu penggunaan pelarut yang berbeda, konsentrasi pada tabir surya, tipe emulsi, efek dan intensitas dari komponen. Pada penelitian lain dilakukan uji. Kelebihan nilai SPF pada ekstrak pegagan hasil *green-extraction* ini adalah memberikan nilai proteksi SPF yang lebih tinggi daripada ekstrak lain yang tidak menggunakan metode *green-extraction*. Berdasarkan hasil karakterisasi ukuran partikel pada ekstrak pegagan hasil *green-extraction* memberikan informasi memiliki ukuran nanopartikel 0,190 nm. Menurut Chavda *et al*, (2023) tabir surya nanopartikel lebih baik dibandingkan dengan tabir surya konvensional, dalam banyak kasus karena tidak membentuk lapisan putih berkapur pada kulit. Selain itu, produk nanopartikel tidak berbau dan tidak terlalu berminyak. Karena ukurannya nano maka jumlah yang dibutuhkan untuk diaplikasikan pada kulit juga diminimalkan.

Dalam penelitian yang dilakukan Mutiara, dkk (2022). Uji aktivitas tabir surya dilakukan dengan menentukan nilai SPF secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sampel diekstrak menggunakan metode maserasi dan dibuat larutan konsentrasi 30 ppm, kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang 290-320 nm. Selanjutnya dihitung berdasarkan persamaan Mansur. Hasil pengukuran nilai SPF dari masing-masing ekstrak etanol fraksi n-heksana dan fraksi etil asetat konsentrasi 100- 200 memperlihatkan SPF sebesar 7,34 dan 6,39 pada konsentrasi 200 ppm.

Pegagan (*Centella asiatica*) memiliki kandungan senyawa bioaktif antara lain saponin, minyak atsiri, turunan flavonoid (Faradila dkk, 2022). Berdasarkan hasil penelitian Wahyuningrum *et al*. (2018) menjelaskan bahwa terdapat korelasi positif antara kandungan senyawa flavonoid dengan nilai SPF ekstrak. Ekstrak yang mengandung senyawa flavonoid

memiliki potensi sebagai anti sinar ultraviolet karena mengandung kromofor (ikatan rangkap tunggal terkonjugasi) yang mampu menyerap sinar ultraviolet.

Dalam penelitian Susiloningrum dan Sari, (2023), serbuk daun bangle (*Zingiber purpureum*) diekstraksi menggunakan metode UAE (*Ultrasonic Assisted Extraction*) positif mengandung flavonoid, fenolik. Pada uji nilai SPF ekstrak daun bangle menunjukkan bahwa rimpang bangle memiliki potensi sebagai tabir surya pada kategori proteksi ultra.

Kandungan flavonoid dalam ekstrak pegagan memang memiliki potensi sebagai agen anti ultraviolet. Flavonoid adalah senyawa fenolik yang ditemukan secara alami dalam berbagai tanaman. Kandungan flavonoid dalam pegagan berkontribusi untuk meningkatkan kesehatan kulit, termasuk penggunaannya sebagai antioksidan dan agen anti inflamasi melalui pengurangan stress oksidatif dan perlindungan terhadap kerusakan sel akibat sinar UV.

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an Q.S. Asy-Syu'ara ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya : “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak kami tumbuhkan di bumi berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?”.

Dalam tafsir Al-Misbah (2002), adakah mereka akan terus mempertahankan kekufuran dan pendustaan serta tidak merenungi dan mengamati sebagian ciptaan Allah di bumi ini? Sebenarnya, jika mereka bersedia merenungi dan mengamati hal itu, niscaya mereka akan mendapatkan petunjuk. Kamilah yang mengeluarkan dari bumi ini beraneka ragam tumbuh-tumbuhan yang mendatangkan manfaat. Dan itu semua hanya dapat dilakukan oleh Tuhan yang Mahaesa dan Mahakuasa (Shihab, 2002)³ . Pada ayat ini Allah mengajak mereka untuk belajar dari alam, agar mereka tahu bahwa Allah saja yang berhak disembah. Dan apakah mereka yaitu orang musyrik itu tidak memperhatikan apa yang mereka lihat di hamparan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan tumbuh-tumbuhan yang baik dan membawa banyak sekali

kemanfaatan bagi manusia. Bukan kah itu pertanda atas kekuasaan Allah, dan anugerah-Nya yang tak terhingga kepada manusia.

Pegagan (*Centella asiatica*) adalah sejenis tanaman yang dikean dengan berbagai khasiatnya dalam pengobatan tradisional dan modern. Salah satu komponen penting dari pegagan adalah senyawa aktif flavonoid yang memiliki potensi sebagai *sun protector factor* (SPF) yang mengacu pada kemampuan untuk melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet.

Penggabungan ayat Al-Qur'an dengan kadar SPF pada ekstrak pegagan mencerminkan keajaiban ciptaan Allah yang diungkap melalui keberagaman tanaman yang tumbuh di bumi. Tanaman seperti pegagan, dengan sifat-sifat penyembuhannya termasuk perlindungan terhadap sinar UV, menunjukkan kebsaran Allah dalam menciptakan segala sesuatu yang bermanfaat bagi manusia.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penelitian karakterisasi ukuran partikel menggunakan PSA pada ekstrak daun pegagan (*Centella asiatica*) memberikan informasi nilai median sebesar 0,191 nm, nilai mean 0,190 nm, nilai modul 0,205 nm, standart deviasi (SD) sebesar 0,89 nm.
2. Hasil uji SPS pada ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) memiliki potensi sebagai agen anti ultraviolet. Dengan hasil akhir ekstrak pegagan pada konsentrasi 5.000 ppm memiliki tingkat proteksi sedang, konsentrasi 10.000 ppm memiliki tingkat proteksi ekstra, dan konsentrasi 15.000 ppm memiliki tingkat proteksi maksimum.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran berikut dapat diunakan untuk meningkatkan penelitian selanjutnya:

1. Perlu dilakukan pengujian nilai SPF ekstrak pegagan pada variasai konsentrasi yang lain untuk mengetahui konsentrasi maksimum yang memiliki efektifitas proteksi dari paparan radiasi ultraviolet.
2. Perlu dilakukan pengujian secara *in vivo* untuk mengetahui efektivitas *sun protection factor* (SPF) ekstrak pegagan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayodoel, Temidayo, Odularu (2018). Metal Nanoparticles: Thermal Decomposition, Biomedical Applications to Cancer Treatment, and Future Perspectives Bioinorganic Chemistry and Applications Volume1.
- Awad, A, F. 2021. Green Extraction of Bioactive Compounds from Plant Biomass and Application in Meat as Natural Antioxidant. *Antioxidants*, 10(9):1465.
- Bintari, Y. R., Haryadi, W., & Rahardjo, T. J. (2018). Ekstraksi Lipida dengan Metode Microwave Assisted Extraction dari Mikroalga yang Potensial Sebagai Biodiesel. *Jurnal Ketahanan Pangan*, 2(2), 1–10.
- Bylka, Wieslawa, Pulina, Znajdek-Awizen, Elzbieta. 2013. Centella Asiatica in Cosmetology. *Postepy Dermatologii Alergologii* 30(1):46-49.
- Bocker, R., & Silva, E. K. (2022). Pulsed electric field assisted extraction of natural food pigments and colorings from plant matrices. *Food Chemistry: X*, 15(October 2021), 100398. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100398>.
- Carreira-Casais, A., Lourenço-Lopes, C., Otero, P., Carpena, M., Pereira, A.G., Echave, J., Soria-Lopez, A., Chamorro, F., Prieto, M.A., and Simal-Gandara, J. Application of Green Extraction Techniques for Natural Additives Production in Lage, M.A.A. P and Otero, P. (Eds.) 2021. Food Additives, InTech Open, <https://www.intechopen.com/online-first/78721> diakses 28 Juni 2022.
- Chandrika, U. G., & Prasad Kumara, P. A. A. S. (2015). Gotu Kola (Centella asiatica): Nutritional Properties and Plausible Health Benefits. In *Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 76). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.08.001>
- Chavda, V., Acharya, D., Hala, F., Daware, S., Vora, L. 2023. Sunscreens: A Comprehensive review with the Application of Nanotechnology. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, Vol. 86. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104720>
- Chemat, F., Vian, M. A., & Cravotto, G. (2012). Green extraction of natural products: Concept and principles. *International journal of molecular sciences*, 13(7), 8615-8627.
- Dipahayu, D. & Arifiyana, D. 2019. Kosmetika Bahan Alam : Buku Ajar Jilid I. *Graniti*.
- Eing Christian, Goettel Martina, Straessner Ralf, Gusbeth Christian, Frey Wolfgang. 2013. Pulsed Electric Field Treatment of Microalgae-benefits for Microalgae Biomass Processing. *IEEE Transaction on Plasma Science*, 41, 2901-2907.
- Faradila, A., & Setyowatie, L. (2022). Peran Centela Asiatica Sebagai Moisturizer. *Jurnal Klinik dan Riset Kesehatan*, 1(3), 163-171.

- Fitri, D., Kiromah, N. Z. W., & Widiastuti, T. C. 2020. Formulasi Dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan Dengan Metode Gelasi Ionik. *Jpscr: Journal Of Pharmaceutical Science And Clinical Research*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.20961/Jpscr.V5i1.39269>
- FR. 2022. Particle Size Analyzer: Pengertian dan Fungsinya. <https://andarupm.co.id/particle-size-analyzer/#:~:text=Bagaimana%20prinsip%20kerja%20particle%20size,terbalik%20dengan%20ukuran%20partikel%20tersebut> (diakses 20 Juni 2024)
- Fernenda, L., Ramadhani, A. P., & Syukri, Y. (2023). Aktivitas pegagan (*Centella asiatica*) pada dermatologi. *JSFK (Jurnal Sains Farmasi & Klinis)*, 9(3), 237-244.
- Idris, F. N. and Nadzir, M. M. (2017) 'Antimicrobial activity of centella asiatica on aspergillus Niger and bacillus subtilis', *Chemica Engineering Transactions*, 56, pp. 1381– 1386. doi: 10.3303/CET1756231.
- Isfardana, S.H. 2014. Pentingnya Melindungi Kulit Dari Sinar Ultraviolet Dan Cara Melindungi Kulit Dengan Sunblock Buatan Sendiri. *Asian Journal of Information and Entrepreneurship*, 3(2), 126-133.
- Indriawati, A. (2019). Kajian Karakterisasi Nanosilika Dari Tetraethylorthosilicate (Teos) Dengan Penambahan Polivinil Alkohol (Pva) Menggunakan Scanning Electron Microscopy Dan Particle Size Analyzer. *Jurnal Fisika Flux*, 16.
- Jacob, T. N. A., Siswati, A. S., Budiyanto, A., Triwahyudi, D., Sirait, S. A. P., Mawardi, P., Budianti, W. K., Dwiyan, R. F., Widasmara, D., & Maria, R. (2020). Pengaruh Sinar Ultra Violet Terhadap Kesehatan Kajian Terhadap Berjemur (Sun Exposures). *Perhimpunan Dokter Spesialis Kulit & Kelamin Indonesia (PERDOSKI)*, 1–15.
- Javier Salazar, Thais Carmona, Flavia C. (2023) The Human Dermis as a Target of Nanoparticles for Treating Skin Conditions. *Journal Pharmaceutics*, 15, 10.
- Jia, Z., Li, J., Gao, L., Yang, D., & Kanaev, A. (2023). Dynamic Light Scattering: A Powerful Tool for In Situ Nanoparticle Sizing. *Colloids and Interfaces*, 7(1), 15. <https://doi.org/10.3390/colloids7010015>
- Jianfeng, Tong Zhang, Jie Wang, Jiaqi Feng, Yaqiong Liu, Ran Suo, Qianyun Ma. 2022. Effects Of Ultrasonic–Microwave Combination Treatment On The Physicochemical, Structure And Gel Properties Of Myofibrillar Protein In *Penaeus Vannamei* (*Litopenaeus Vannamei*) Surimi. *Ultrasonics Sonochemistry*. Vol 10 No. 6
- Khorunnisa, I., dan Sumiwi, A. 2019. Review Artikel: Peran Flavonoid Pada Berbagai Aktivitas Farmakologi. *Jurnal Farmaka*, Vol. 17, No. 2.
- Lestari, I. & Prajuwita, M. 2021. Penentuan Nilai SPF Kombinasi Ekstrak Daun Ketepeng dan Binahong Secara In Vitro. *Parapemikir J. Ilm. Farm.* 10,1-10.
- Marlina Kristina, C. V., Ari Yusasrini, N. L., & Yusa, N. M. (2022). Pengaruh Waktu Ekstraksi Dengan Menggunakan Metode Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Terhadap Aktivitas

- Antioksidan Ekstrak Daun Duwet (*Syzygium cumini*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(1), 13. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i01.p02>
- Mardhiyah, T. A., & Rosalina, L. (2023). Kelayakan Toner Wajah Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia Sinensis*) dan Daun Pegagan (*Centella Asiatica*) untuk Perawatan Kulit Wajah Berjerawat. *MASALIQ*, 3(4), 501-511
- Martins, R. B. 2023. Green Extraction Technique of Bioactive Compounds: A State-of-the-Art Review. *Processes*, 1198:2255.
- Maruzy, A., Budiarti, M., & Subositi, D. (2020). Autentikasi *Centella asiatica* (L.) Urb.(Pegagan) dan Adulterannya Berdasarkan Karakter Makroskopis, Mikroskopis, dan Profil Kimia. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 19-30.
- Mulyadi, F., Wijana, S. 2016. Aplikasi Pulsed Electric Field (PEF) Sebagai Pretreatment Ekstraksi Biji Pinang (*Area catechu* L) Sebagai Sumber Antioksidan Alami (Kajian Besar Tegangan dan Lama Waktu PEF).
- Mutiara, V., Wildan, A., Sykur, M., Indriyati, E. 2022. Aktivitas Tabir Surya EKstrak Etanol, Fraksi N-Heksana Dan Fraksi Etil Asetat Tanaman Pegagan (*Centella asiatica*). *Jurnal Ilmiah Cendekia*.
- Mohanraj, U. J., Chen 2006. Nanoparticles – A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 5(1): 561-573.
- Noviyanto, F. 2020. Penetapan Kadar Ketoprofen dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Media Sains Indonesia*.
- Nurung, S. H. H. (2016). Penentuan Kadar Total Fenolik, Flavonoid, dan Karotenoid Ekstrak Etanol Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *UIN Alauddin Makassar*, 80.
- Nuraeni, W., Daruwati, I., Maria,E., Sriyani, E. 2013. Verifikasi Kinerja *Particle Size Analyzer* (PSA) Horiba LB-550 Untuk Penentuan Distribusi Ukuran Nanopartikel.
- Prasiddha, I. J., Laeliocattleya, R. A., Estiasih, T., & Maligan, J. M. (2016). Potensi Senyawa Bioaktif Rambut Jagung (*Zea mays* L.) Untuk Tabir Surya Alami: Kajian Pustaka [In Press Januari 2016]. *Jurnal pangan dan agroindustri*, 4(1).
- Prasetyaningrum, A. J. 2022. Sequential Microwave-Ultrasound Assisted Extraction of Flavonoid from *Moringa oleifera*: Product Characteristic, Antioxidant and Antibacterial Activity. *J. Chem*, 22(2):303-316
- Purwaningsih, Y., Syukur, M. Purwanto, U. R. E. 2021. Etil Sinamat: Sintesis dan Aktivitasnya Sebagai Agen Tbair Surya. *Gracias Logis Kreatif*.
- Putri, Z., Prahasti, E. 2022. Pengaruh Metode Maerasi dan Ultrasonik Terhadap Ukuran Partikel Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*). *Jurnal Kedokteran Gigi*, Vol. 4, No. 1.

- Usman, M. N. 2023. Emerging Trends in Green Extraction Techniques for Bioactive Natural Product. *Processes*, 11(12):3444
- Rizal, R., & Maharani, V. (2023). Formulasi Sediaan Spray Gel Ekstrak Etanol Pegagan (*Centella Asiatica* (L.) Urban) Dan Uji Daya Tabir Surya. *Jurnal Sains Farmasi Dan Kesehatan*, 1(1), 48-59.
- Sabaragamuwa, R., Perera, C. O. and Fedrizzi, B. (2018) ‘Centella asiatica (Gotu kola) as a neuroprotectant and its potential role in healthy ageing’, *Trends in Food Science and Technology*, 79(August 2017), pp. 88–97. doi: 10.1016/j.tifs.2018.07.024.
- Sander, M., Sander, M., Burbidge, T., & Beecker, J. (2020). The Efficacy and Safety of Sunscreen Use For The Prevention of Skin Cancer. *Cmaj*, 192(50),E1802-E1808
- Sarumathi, A., Anbu, S. and Saravanan, N. (2013) ‘Antibacterial activity of *Centella asiatica* (Linn.) leaves’, *International Journal of Chemistry and Pharmaceutical Sciences*, 1(6), pp. 393–395.
- Segovia, E., Luengo, E., Corral-Pérez, J. J., Raso, J., and Almajano, M. P. (2015). Improvements in the aqueous extraction of polyphenols from borage (*Borago officinalis* L.) leaves by pulsed electric fields: Pulsed electric fields (PEF) applications. *Ind. Crops Prod.*, vol. 65, pp. 390–396.
- Setyantoro, M. E., Haslina, H., & Wahjuningsih, S. B. (2019). Pengaruh Waktu Ekstraksi Dengan Metode Ultrasonik Terhadap Kandungan Vitamin C, Protein, Dan Fitokimia Ekstrak Rambut Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 14(2), 53. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v14i2.2445>
- Sitorus E, Momuat LI, Katja DG. 2013. Aktivitas Antioksidan Tumbuhan Suruhan (*Peperomia pellucida* [L.] Kunth). *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), pp.80-85.
- Shabri, Rohdiana, D., Maulana, H., Harianto, S., Atmaja, P., Mauludin, R., Insanu, M., Permana. 2018. Karakteristik Nanopartikel Ekstrak The Hijau Dengan Metode Nano Miling dan Nano Spray. *Jurnal Penelitian The dan Kine*, 21(2), 74-78.
- Shihab, 2015. <https://tafsirq.com/80-abasa/ayat-32#tafsir-quraish-shihab> (Diakses pada tanggal 24 Juni 2024)
- Suharti, T. 2017. Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. *CV. Anugrah Utama Raharja*.
- Sukari, Qordhowi, Pulungan, Muyadi. 2014. Penerapan Perlakuan Awal PEF (Pulsed Electric Field) Pada Destilasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut (*Citrus hysteric D.C*) Kajian Besar Tegangan dan Jarak Anoda-Katoda. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. FTP. Universitas Brawijaya.
- Sukardi, S., Pranowo, D., & Safitri, P. (2022). Modelling Of Pulsed Electric Field (Pef) Pretreatment On Fresh Moringa Oleifera Leaves Extraction Using Response Surface

- Methodology (Rsm). *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 11(2), 101–106. <https://doi.org/10.21776/Ub.Industria.2022.011.02.2>
- Susiloningrum, D., Sari, M. 2023. Optimasi Suhu UAE (*Ultrasonic Assisted Extraction*) Terhadap Nilai *Sun Protecting Factor* (SPF) Ekstrak Rimpang Bangle (*Zingiber Purpureum*) Sebagai Kandidat Bahan Aktif Tabir Surya. *Cendekia Jaournal of Pharmacy*, Vol. 7, No. 1.
- Sutardi. 2016. Kandungan Bahan Aktif Tanaman Pegagan Dan Khasiatnya Untuk Mneingkatkan Sistem Imun Tubuh. *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 35 NO. 3.
- Roy M, Arpita, Laxmi Krishan, Arpita Roy Roy. 2018. Qualitative and Quantitative Phytochemical Analysis of *Centella Asiatica*. *Natural Products Chemistry & Research* 06(04):4-7.
- Yahya, M. A., & Nurrosyidah, I. H. (2020). Antioxidant activity ethanol extract of gotu kola (*Centella asiatica* (L.) Urban) with DPPH method (2,2-Diphenyl-1-Pikrilhidrazil). *Journal of Halal Product and Research*, 3(2), 106. <https://doi.org/10.20473/jhpr.vol.3-issue.2.106-112>
- Yuniati, Y., Cahyani, M. D., Novidayasa, I., Prihatini, P., & Mahfud, M. (2021). Ekstraksi Zat Warna Alami dari Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata*) dengan Metode Microwave Assisted Extraction. *Alchemy*, 9(1), 7–14. <https://doi.org/10.18860/al.v9i1.11038>
- Yunira, Eka Nur'Azmi. 2021. Identifikasi Karakteristik Pengecilan Ukuran Dengan Metode Sonikasi Dari Formula Insektisida Yang Ditambahkan Surfaktan Berbasis Sawit. *Journal Of Science And Applicative Technology* Vol. 5 (1)
- Vijayakumar, T., Rameshkumar, A., Krishnan, R., Bose, D., Vasanthi, V., & Nandhini, G. (2023). Evaluation of the anti-carcinogenic effect of *Centella asiatica* on oral cancer cell line: In vitro study. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: APJCP*, 24(5), 1695.
- Widyawati, E., Ayuningtyas, N. D. & Pitarisa, A. P. 2019. Penentuan Nilai SPF Ekstrak Dan Losio Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *J. Ris. Kefarmasian Indones.* 1, 189-202.
- Wahyuningrum, M., Sari, R. K. Rafi, M. 2018. Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Ekstrak Daun *Gyrinops verstegeii*. *J. ilmu Teknol. Kayu Trop.* 16, 141-149.
- Wientarsih, Sulistyantie IHRS, Irma MH. 2013. Aktivitas Antioksidan Fraksi Metanol Daun Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban). *Fitofarmaka*. Vol (3)2: Hal 1-8.
- Wilson, B. D., Moon, S., and Armstrong, F. 2012. Comprehensive review of Ultraviolet Radiation and The Current Status on Sunscreen. *The journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 5(9), 18.
- Zubaidah, A. (1998). Efek radiasi pada kulit. *Buletin Alara*, 2(1), 27–31.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian SPF

Perhitungan larutan induk sampel ekstrak pegagan 100.000 ppm

$$\text{ppm} = \text{mg/L}$$

$$\text{ppm} = 1 \text{ gram}/10 \text{ ml} = 1000 \text{ mg}/0,01\text{L} = 100.000 \text{ ppm}$$

Penghitungan larutan konsentrasi sampel

Konsentrasi 5.000

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100.000 \times V1 = 5.000 \times 10$$

$$V1 = 50000/100000 = 0,51 \text{ ml}$$

Konsentrasi 10.000 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100.000 \times V1 = 10.000 \times 10$$

$$V1 = 100000/100000 = 1 \text{ ml}$$

Konsentrasi 15.000 ppm

$$100.000 \times V1 = 15.000 \times 10$$

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$V1 = 150000/100000 = 1,5 \text{ ml}$$

Lampiran 2. Pengujian spektrofotometer

Pengujian spektrofotometer konsentrasi 5.000 ppm

Panjang gelombang	Abs
290	0,462
	0,462
	0,454
295	0,733
	0,564
	0,563
300	0,432
	0,430
	0,433
305	0,434
	0,430

	0,430
310	0,439
	0,445
	0,457
315	0,459
	0,450
	0,453
320	0,464
	0,456
	0,458

Panjang gelombang	Absorbansi	A	EExI	Abs x EExI	SPF	CF	Ket
290	0,462	0,45933333	0,015	0,00689	4,526755	10	Sedang
	0,462						
	0,454						
295	0,733	0,62	0,0817	0,050654			
	0,564						
	0,563						
300	0,432	0,43166667	0,2874	0,124061			
	0,43						
	0,433						
305	0,434	0,43133333	0,3278	0,14139107			
	0,43						
	0,43						
310	0,439	0,447	0,1864	0,0833208			
	0,445						
	0,457						
315	0,459	0,454	0,0839	0,0380906			
	0,45						
	0,453						
320	0,464	0,45933333	0,018	0,008268			
	0,456						
	0,458						
	Jumlah		1,0002	0,45267547			

Pengujian spektrofotometer konsentrasi 10.000 ppm

Panjang gelombang	Abs
290	0,916
	0,905
	0,907
295	0,908
	0,888
	0,890
300	0,881
	1,008
	0,952
305	0,840
	0,847
	0,839
310	0,849
	0,904
	0,983
315	0,902
	0,903
	0,897
320	0,929
	0,914
	0,918

Panjang gelombang	Absorbansi	A	EExI	Abs X EExI	SPF	CF	Ket
290	0,916	0,909333	0,015	0,01364	8,970929	10	Ekstra
	0,905						
	0,907						
295	0,908	0,895333	0,0817	0,073149			
	0,888						
	0,89						
300	0,881	0,947	0,2874	0,272168			
	1,008						
	0,952						
305	0,84	0,842	0,3278	0,276008			
	0,847						
	0,839						

310	0,849	0,912	0,1864	0,169997			
	0,904						
	0,983						
315	0,902	0,900667	0,0839	0,075566			
	0,903						
	0,897						
320	0,929	0,920333	0,018	0,016566			
	0,914						
	0,918						
	Jumlah		1,0002	0,897093			

Pengujian spektrofotometer konsentrasi 15.000 ppm

Panjang gelombang	F1
290	1,397
	1,363
	1,364
295	1,295
	1,292
	1,296
300	1,269
	1,264
	1,356
305	1,216
	1,201
	1,208
310	1,268
	1,268
	1,267
315	1,413
	1,397
	1,400
320	1,375
	1,372
	1,368

Panjang gelombang	Absorbansi	A	EExI	Abs x EExI	SPF	CF	Ket
290	1,397	1,374667	0,015	0,02062	12,73781	10	Maksimum
	1,363						

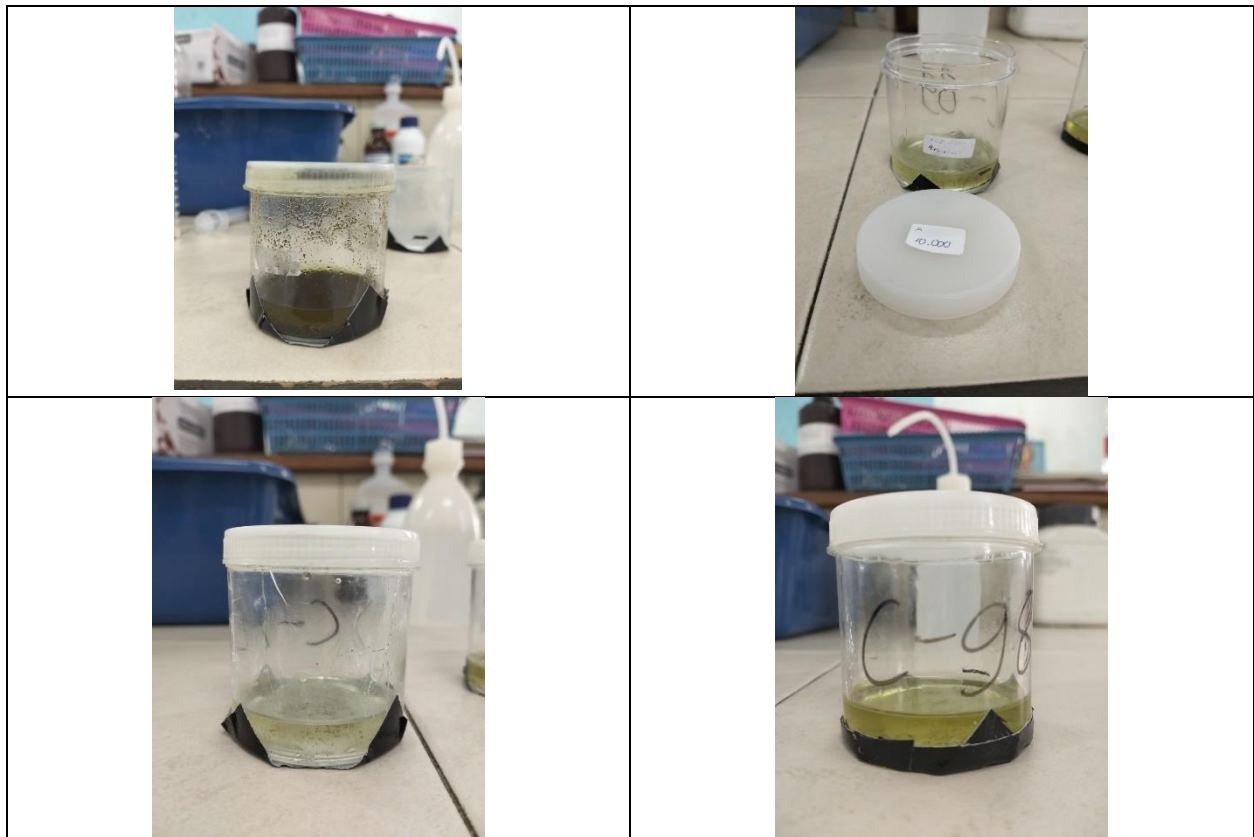
	1,364						
295	1,295	1,294333	0,0817	0,105747			
	1,292						
	1,296						
300	1,269	1,296333	0,2874	0,372566			
	1,264						
	1,356						
305	1,216	1,208333	0,3278	0,396092			
	1,201						
	1,208						
310	1,268	1,267667	0,1864	0,236293			
	1,268						
	1,267						
315	1,413	1,403333	0,0839	0,11774			
	1,397						
	1,4						
320	1,375	1,3735	0,018	0,024723			
	1,372						
	1,368						
	Jumlah		1,0002	1,273781			

Lampiran 3. Uji SPF menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

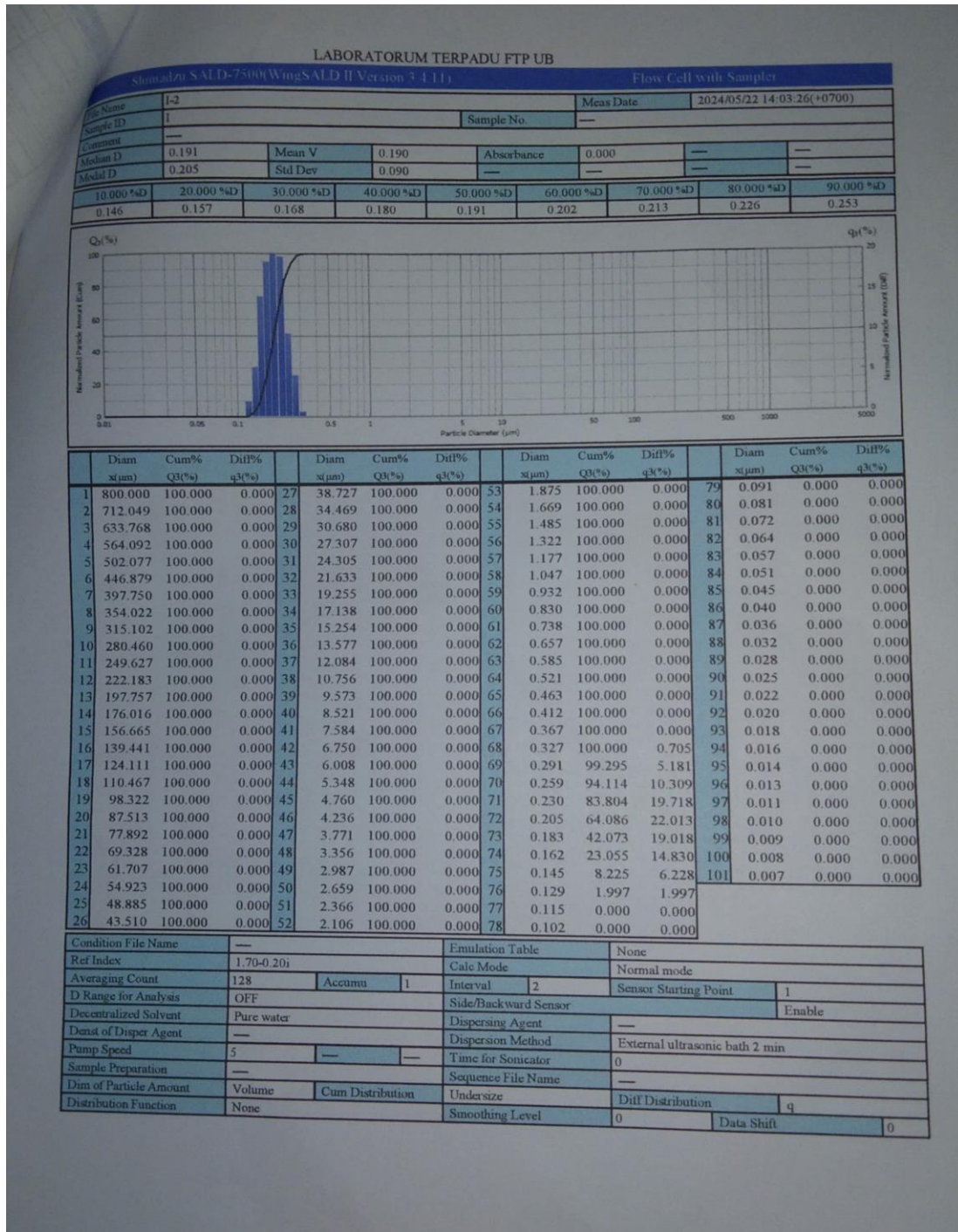




Lampiran 4. Pembuatan Konsentrasi larutan



Lampiran 5. Data hasil karakterisasi ukuran partikel pegagan menggunakan PSA





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Siti Nur 'Azizah
NIM : 20060211080
Judul : Pengukuran Partikel Dan Nilai *Sun Protecting Factor* (SPF) Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica*) Hasil Green-Extraction Menggunakan MUAE (*Microwave Ultrasonic Assisted Extraction*)

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	22%	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP.19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
 Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110080
 Nama : SITI NUR AZIZAH
 Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jurusan : BIOLOGI
 Dosen Pembimbing 1 : Dr. KIPTIYAH,M.Si
 Dosen Pembimbing 2 : OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Pengaruh Kombinasi Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) dan Daun Sirsak (*Annona muricata* L) Terhadap Penurunan Kadar Asam Urat pada Tikus (*Rattus norvegicus*)

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	10 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Mengirimkan Proposal Skripsi bab 1-3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	16 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Membahas metode pada bab 3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	21 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Membahas mengenai hewan coba untuk penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	30 November 2023	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Membahas integrasi ayat dari ayat Al-Qur'an	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	12 Desember 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Konsultasi Uji Pendahuluan Penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	13 Desember 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	ACC Proposal Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
 Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI

Malang, _____
 Dosen Pembimbing 1

MAHARANI RETNA DUHTA PhD Med. Sc.



Kajur / Kaprodi,