



**ANALISIS GCMS DAN FORMULASI GEL ARANG TEMPURUNG KELAPA
SEBAGAI KANDIDAT OBAT BAGI BAKTERI *Methicillin-Resistant
Staphylococcus aureus* (MRSA)**

**GCMS ANALYSIS AND COCONUT SHELL CHARCOAL GEL FORMULATION
AS A DRUG CANDIDATE FOR *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*
(MRSA) Bacteria**

Kurniawan*, Siti Rahmah Kamalah, Dinya Yogaswari, Aisyah Sabila Rosyada

Program Studi Teknologi Laboratorium Medik D4, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas
Muhammadiyah Purwokerto, Banyumas

ABSTRAK

Pendahuluan: Bakteri *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) merupakan bakteri *S. aureus* yang telah mengalami resistensi terhadap antibiotik β -laktam. Munculnya bakteri MRSA membuat pengobatan menjadi semakin sulit sehingga perlu adanya upaya pencarian senyawa aktif dari bahan alam, salah satunya adalah arang tempurung kelapa yang telah terbukti memiliki manfaat di bidang kesehatan. **Tujuan:** mengetahui jenis-jenis senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak arang tempurung kelapa; mengetahui jenis-jenis senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak arang tempurung kelapa yang berpotensi sebagai senyawa antibakteri dan mendapatkan formulasi gel arang tempurung kelapa yang optimal sebagai kandidat obat bagi bakteri MRSA. **Metode:** Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental yang dilaksanakan secara *blended learning* (*online/daring*). **Hasil:** Dari penelitian ini diperoleh hasil penelitian berupa ekstrak arang tempurung kelapa sebanyak 11,23 g, 731 senyawa aktif dengan 3 senyawa dominan yaitu *alpha-Santalol* (CAS), *Eicosane* (CAS) dan *Santalol* (CAS). Hasil formulasi diperoleh 3 konsentrasi gel yaitu 3%, 6% dan 9% dengan hasil uji stabilitas yang baik. **Kesimpulan:** Terdapat 731 jenis senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak arang tempurung kelapa dengan 3 senyawa aktif utama (dominan) yaitu *alpha-Santalol* (CAS), *Eicosane* (CAS) dan *Santalol* (CAS). *Eicosane* (CAS) merupakan senyawa aktif pada ekstrak arang tempurung kelapa yang memiliki potensi sebagai senyawa antibakteri. Formulasi gel arang tempurung kelapa 9% paling optimal sebagai kandidat obat bagi bakteri MRSA.

Kata kunci: Analisis GCMS, Arang tempurung kelapa, Formulasi, MRSA

ABSTRACT

Introduction: *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) is an *S. aureus* bacteria that has developed resistance to β -lactam antibiotics. The emergence of MRSA bacteria makes treatment even more difficult, so it is necessary to search for active compounds from natural ingredients, one of which is coconut shell charcoal, which has been proven to have benefits in the health sector. **Objective:** to determine the types of active compounds contained in coconut shell charcoal extract; determine the types of active compounds contained in coconut shell charcoal extract that have the potential to be antibacterial compounds; and obtain optimal coconut shell charcoal gel formulations as drug candidates for MRSA bacteria. **Method:** This research is experimental and carried out using blended learning (*online/offline*). **Results:** From this study, the results were obtained in the form of 11.23 g of coconut shell charcoal extract and 731 active compounds, with 3 dominant compounds namely *alpha-Santalol* (CAS), *Eicosane* (CAS), and *Santalol* (CAS). The formulation results obtained three gel concentrations, namely 3%, 6%, and 9%, with good stability test results. **Conclusion:** There are 731 types of active compounds contained in coconut shell charcoal extract, with three main (dominant) active compounds, namely *alpha-Santalol* (CAS), *Eicosane* (CAS), and *Santalol* (CAS). *Eicosane* (CAS) is an active compound in coconut shell charcoal extract that has potential as an antibacterial compound. The most optimal 9% coconut shell charcoal gel formulation as a drug candidate for MRSA bacteria

Keywords: GCMS analysis, Coconut shell charcoal, Formulation, MRSA

Alamat Korespondensi:

Kurniawan: Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Jl. KH. Ahmad Dahlan, Dukuhwaluh, PO. BOX 202 Purwokerto 53182. 085647682175. Email: kurniawan@ump.ac.id.

PENDAHULUAN

Bakteri *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) merupakan bakteri Gram positif yang bersifat komensal dan patogen oportunistik pada manusia yang dapat menyebabkan infeksi nosokomial di rumah sakit maupun di komunitas. Selain itu, bakteri ini juga berperan sebagai flora normal kulit dan selaput lendir pada manusia maupun pada hewan (1; 24).

Sebagai bakteri patogen, *S. aureus* dapat menyebabkan infeksi pada kulit dan jaringan lunak, terjadinya bakterimia, endokarditis, osteomielitis dan pneumonia dengan tingkat bahaya dari rendah sampai tinggi. Bakteri *S. aureus* merupakan salah satu anggota dari genus *Staphylococcus* yang paling virulen karena memiliki gen-gen yang mengkode faktor virulen yang berbeda-beda seperti senyawa toksin dan enzim. Faktor-faktor tersebut berkontribusi terhadap kemampuan bakteri dalam menginfeksi dan menyebabkan penyakit (2).

Pertumbuhan bakteri *S. aureus* perlu dihambat atau dikendalikan menggunakan suatu bahan atau substansi yang bersifat antibakteri. Bahan antibakteri merupakan zat atau senyawa yang dapat menghambat

pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) atau membunuh bakteri (bakterisidal) (3). Salah satu bahan antibakteri yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan bakteri *S. aureus* adalah antibiotik, dimana antibiotik memiliki prinsip kerja yang sama yaitu dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) (4).

Penggunaan dan pemanfaatan antibiotik telah berkembang sangat luas dan terbukti mampu menyembuhkan berbagai jenis penyakit infeksi dan mampu menurunkan resiko kematian. Namun, saat ini, penggunaan antibiotik tidak selalu didasarkan pada hasil kultur bakteri penyebab infeksi sehingga memicu penyalahgunaan antibiotik. Penggunaan antibiotik yang tidak rasional dan tidak terkendali akan menyebabkan timbulnya resistensi bakteri *S. aureus* terhadap antibiotik sehingga muncul strain bakteri *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) (4).

Bakteri MRSA adalah bakteri *S. aureus* yang mengalami resistensi akibat terpapar oleh antibiotik dalam jumlah berlebih dan dalam durasi yang lama. Resistensi ini muncul seiring ditemukannya gen *mecA* yang mengkode protein *penicillin-binding*

protein 2a (PBP2a), dimana gen ini memiliki afinitas yang rendah terhadap antibiotik dari golongan beta-laktam seperti antibiotik dari jenis penicillin, cephalosporine, carbapenem, dan kelompok *antistaphylococcal penicillin* lainnya (5).

Munculnya bakteri MRSA telah menimbulkan kekhawatiran dan permasalahan baru, dimana bakteri ini sulit dihambat dan dikendalikan sehingga berpotensi meningkatkan kejadian penyakit infeksi. Diperlukan suatu solusi yang tepat untuk menghadapi kondisi tersebut agar permasalahan resistensi bakteri dapat segera teratasi (4).

Data hasil surveilans bakteri *multidrug resistance* di 41 rumah sakit di Indonesia tahun 2018 menempatkan bakteri MRSA pada urutan pertama dan termasuk kelompok bakteri ESKAPE yang harus diperhatikan dan diwaspadai. Hal ini terjadi karena bakteri ini termasuk bakteri yang dapat dengan mudah mengalami perubahan sifat genetik dan menjadi resisten (6).

Di negara-negara berkembang seperti Indonesia, telah dilakukan upaya pencegahan dan pengendalian penyebaran bakteri MRSA melalui Program Pengendalian Resistensi

Antimikroba (PPRA), namun hasil yang diperoleh masih belum optimal. Upaya-upaya tersebut meliputi penelitian tentang distribusi atau penyebaran bakteri MRSA di rumah sakit, deteksi bakteri MRSA pada pasien dan tenaga kesehatan, sampai pada pencarian senyawa aktif (senyawa obat) dari bahan alam yang dapat menghambat atau mematikan bakteri MRSA.

Salah satu bahan alam yang jumlahnya melimpah dan dianggap sebagai limbah adalah tempurung (batok) kelapa (7). Selama ini, tempurung kelapa hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk proses memasak di rumah-rumah yang masih menggunakan tungku api konvensional (8). Namun, hasil penelitian (9) menunjukkan bahwa salah satu manfaat dari ekstrak arang tempurung kelapa adalah sifat antibakterinya yang dapat diaplikasikan dalam dunia medis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ada aktivitas antibakteri dari masing-masing sampel senyawa fenolik tempurung kelapa yang sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Hasil penelitian lainnya menyebutkan bahwa asap cair dari tempurung kelapa memiliki aktivitas sebagai penyembuhan luka bakar yang ditandai

dengan meningkatnya jumlah fibroblast (10).

Adanya kandungan senyawa aktif yang cukup lengkap pada arang tempurung kelapa ini membuat tim peneliti merasa tertarik untuk mengajukan hipotesa bahwa arang tempurung kelapa juga dapat digunakan (berpotensi) sebagai bahan baku pembuatan obat antibakteri untuk mengendalikan bakteri MRSA. Untuk membuktikan hal tersebut, maka kami terlebih dahulu perlu untuk melakukan penelitian tentang analisis GCMS dan formulasi gel ekstrak arang tempurung kelapa.

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak arang tempurung kelapa; mengetahui jenis-jenis senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak arang tempurung kelapa yang berpotensi sebagai senyawa antibakteri dan mendapatkan formulasi gel arang tempurung kelapa yang optimal sebagai kandidat obat bagi bakteri MRSA.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian eksperimental ini

dilakukan di Gedung Laboratorium Terpadu Universitas Muhammadiyah Purwokerto mulai Bulan Juni hingga September 2021.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi autoklaf (*Hirayama*), inkubator (*Memmert*), *laminar air flow*, vorteks (*Boeco*), *hot plate stirer* (IKA C-MAG HS7), mikropipet (*Socorex*), timbangan analitik (Ohaus), spektrofotometer (*Shimadzu*), *waterbath* (*Memmert*), *rotary evaporator* (*Heidolph*), *vakum pump* (*Krisbow*) dan alat GCMS (*Shimadzu*). Spektrofotometer UV Vis (*Shimadzu*).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi arang tempurung kelapa, larutan gliserin, etanol 96%, Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-CMC) dan propilenglikol, *Mueller Hinton Agar* (MHA), Larutan Dimetil sulfoksida (DMSO), Kultur Bakteri MRSA, antibiotik vancomycin.

Sampel

Sampel arang tempurung kelapa diperoleh dari produsen arang yang berlokasi di Desa Nusadadi, Kecamatan Nusawungu, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah sebanyak 10 kg.

Tahapan/Jalannya Penelitian

Ekstraksi Arang Tempurung Kelapa

Dalam penelitian ini, telah diekstraksi sebanyak 10 kg arang tempurung kelapa kering dengan cara ditumbuk dan dihaluskan terlebih dahulu, kemudian hasilnya diayak sehingga diperoleh serbuk arang yang halus dan seragam. Diambil sebanyak 6 kg serbuk arang dan dibagi menjadi 6 bagian (masing-masing 1 kg) untuk dimasukkan ke dalam 6 buah stoples kaca dan setelah itu dilarutkan dengan 1 liter etanol 96 % untuk setiap stoplesnya. Semua stoples tersebut disimpan pada suhu ruang selama 5 hari dengan setiap hari dilakukan pengadukan dan penambahan etanol apabila volumenya berkurang. Setelah 5 hari, maka dilakukan proses pemisahan (ekstraksi) melalui penyaringan menggunakan erlenmeyer bercucuk, corong *buchner*, kertas saring dan pompa vakum. Hasil tersebut kemudian dimurnikan dan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak arang tempurung kelapa yang kental, murni dan terbebas dari etanol 96%. Ekstrak yang diperoleh selanjutnya dimasukkan ke dalam botol plastik dan ditimbang sehingga diketahui jumlah ekstrak arang

tempurung kelapa yang diperoleh.

Analisis GCMS

Identifikasi senyawa aktif ekstrak arang tempurung kelapa dilakukan menggunakan alat GC-MS yang tersedia di laboratorium terpadu UMP. Proses ini diawali dengan preparasi sampel yaitu ekstrak arang tempurung kelapa dilarutkan menggunakan etanol 96%. Sebanyak 3 g serbuk arang dilarutkan dengan 3 mL etanol 96%. Setelah itu dilakukan pengocokan di dalam corong pemisah selama 5 menit, fraksi atas (etanol 96%) dipisahkan dari fraksi bawah dan hasil pemisahan (fraksi atas) ditampung dalam botol kaca, sedangkan fraksi bawah ditambahkan lagi dengan 3 mL etanol 96%, dikocok lagi di dalam corong pemisah sebagaimana cara sebelumnya. Fraksi atas yang dihasilkan pada ekstraksi kedua ini ditampung ke dalam botol kaca yang sama, kemudian dipekatkan dengan meniupkan gas nitrogen sampai volume yang tersisa sekitar 1 mL. Hasil ini kemudian dideteksi dengan menggunakan alat GC-MS.

Pembuatan Sediaan Gel Arang Tempurung Kelapa

Sediaan gel dibuat dari ekstrak arang tempurung kelapa yang diberi zat

tambahan. Formulasi gel ini dibuat berdasarkan informasi ilmiah dari literatur peneliti lain untuk kemudian diujicoba di laboratorium. Deskripsi mengenai formula gel yang diujicobakan dalam penelitian ini tersaji pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Penentuan Formula Gel Ekstrak Arang Tempurung Kelapa

No	Komposisi	F ₁	F ₂	Fungsi
1.	Na-CMC	5 g	2 g	<i>gelling agent</i>
2.	Gliserin	10 g	10 g	<i>Humectant</i>
3.	Propilen glikol	5 g	5 g	<i>Humectant</i>
4.	Ekstrak	1 g	2 g	Sumber senyawa aktif
5.	Akuades	79 ml	83 ml	Pelarut
Jumlah		100 ml	100 ml	

Keterangan:

F₁: Formula 1

F₂: Formula 2

Pertama-tama dilakukan pembuatan basis gel ekstrak arang tempurung kelapa dengan cara melarutkan Na-CMC 5% ke dalam 79 ml akuades panas, lalu dihomogenkan hingga larut sambil terus diaduk sampai mendidih. Ke dalam campuran tadi ditambahkan gliserin 10%, propilen glikol 5% dan ekstrak arang tempurung kelapa 1% sambil tetap diaduk hingga homogen (tidak ada gumpalan). Untuk memastikan homogenitasnya, campuran tersebut dihaluskan lagi menggunakan mortal sehingga didapatkan gel yang bagus.

Hasil percobaan pertama terlalu padat dan tidak sesuai dengan yang

diharapkan sehingga dilakukan pembuatan basis formulasi gel kembali dengan tahapan yang sama seperti percobaan pertama, namun persentase dari masing-masing komposisinya diubah dengan harapan gel yang diperoleh menjadi lebih halus dan

lembut. Pada percobaan kedua ini digunakan komposisi Na-CMC 1%, gliserin 5%, propilen glikol 2,5%, dan akuades 41,5 ml (setengah resep).

Berdasarkan studi literatur tentang formulasi ekstrak cair tempurung kelapa, maka disusunlah 3 formulasi gel ekstrak arang tempurung kelapa dengan persentase 3%, 6%, dan 9%. (11) mengemukakan bahwa gel yang mengandung ekstrak arang tempurung kelapa 3% memiliki konsistensi yang cukup, warna yang menarik dan tidak terlalu berminyak. Atas dasar informasi tersebut dan juga data yang tercantum pada tabel 3, maka kami membuat formulasi gel ekstrak arang tempurung

kelapa dengan konsentrasi 3%, 6% dan 9%.

Uji Stabilitas Gel Arang Tempurung Kelapa

Dari tiga formulasi gel ekstrak arang tempurung kelapa yang telah dibuat, dilakukan uji stabilitas yang meliputi uji daya sebar, homogenitas, viskositas dan pH selama penyimpanan pada suhu ruang. Setelah itu dilakukan pengamatan ada tidaknya perubahan pada gel tersebut selama masa penyimpanan.

Uji daya sebar dilakukan untuk menjamin pemerataan gel saat dioleskan pada kulit. Gel ditimbang sebanyak 0,5 gram kemudian diletakkan di tengah kaca bulat berskala. Di atas gel diletakkan kaca bulat lainnya atau bahan transparan lainnya dengan pemberat 150 gram, setelah itu didiamkan selama 1 menit dan dicatat diameter penyebarannya. Daya sebar gel yang baik berkisar antara 5-7 cm.

Uji homogenitas dilakukan dengan cara mengoleskan gel pada kaca transparan di bagian atas, tengah dan bawah. Hasil uji ini ditunjukkan dengan tidak adanya butiran kasar pada sediaan.

Pengukuran viskositas dilakukan dengan menempatkan sampel gel di dalam viskometer hingga bagian

spindelnya ikut terendam. Spindel diatur dengan kecepatan 50 rpm.

Uji pH dilakukan untuk melihat tingkat keasaman sediaan gel menggunakan pH meter. Uji pH ini dilakukan untuk menjamin sediaan gel tidak menyebabkan iritasi pada kulit dan memenuhi kriteria yang sesuai dengan pH kulit.

Uji Efektifitas Gel Terhadap Bakteri MRSA

Preparasi kultur bakteri MRSA dilakukan dengan metode *Standar Plate Count* (SPC). Diambil sebanyak 1 ose kultur bakteri MRSA untuk ditambahkan ke dalam 25 ml medium TSB steril dan di-*shaker* pada kecepatan 100 rpm selama 1 x 24 jam pada suhu 37 °C. Medium TSB yang telah ditumbuhi oleh bakteri MRSA (media keruh) diencerkan sampai 10^{-6} dengan empat pengenceran terakhir dilakukan *plating* pada medium *Mueller Hinton Agar* (MHA) secara *pour plate*. Setelah itu medium MHA diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37 °C dan diamati pertumbuhan dan penyebaran bakteri pada medium tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh, dilakukan penghitungan jumlah sel dengan metode turbidimetri dengan alat spektrofotometer pada panjang

gelombang 600 nm dan nilai absorbansinya dikonversi menjadi jumlah sel/ml dengan *E. Coli Cell Culture Concentration from OD₆₀₀ Calculator*.

Uji efektivitas gel arang tempurung kelapa dilakukan menggunakan difusi agar. Disiapkan medium MHA cawan yang sebelumnya telah diinokulasikan dengan 2 ml bakteri MRSA dan dibiarkan sampai memadat. Selanjutnya diletakkan sebanyak 5 buah kertas cakram steril berdiameter 6 mm yang masing-masing diolesi dengan gel ekstrak arang tempurung kelapa dengan konsentrasi 3%, 6% dan 9% (3 kertas cakram), larutan DMSO (1 kertas cakram) sebagai kontrol negatif, dan antibiotik vankomisin (1 kertas cakram) sebagai kontrol positif. Medium MHA cawan selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 1-2 x 24 jam dan diamati ada tidaknya zona hambat (zona bening) yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Zona hambat yang terbentuk diukur diameternya menggunakan jangka sorong dan begitu juga dengan diameter kertas cakram yang digunakan. Berdasarkan data diameter tersebut dilakukan penghitungan luas zona hambat menggunakan rumus sebagai

berikut: (12)

$$L_{zhaw} : \pi \cdot r_a^2 \quad L_{kc} : \pi \cdot r_b^2$$

$$L_{zhak} : L_{zhaw} - L_{kc}$$

Keterangan

- r_a : Jari-jari zona hambat (mm)
 r_b : Jari-jari kertas cakram (mm)
 L_{zhaw} : Luas zona hambat awal (mm²)
 L_{kc} : Luas kertas cakram (mm²)
 L_{zhak} : Luas zona hambat akhir (mm²)
 π : 3,14

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Arang Tempurung Kelapa

Proses ekstraksi 6 kg arang tempurung kelapa menggunakan metode maserasi hanya mendapatkan ekstrak sebanyak 11,23 g dengan nilai rendemen sekitar 0,0018%. Hal ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi dengan metode tersebut tidak optimal. Rendahnya nilai rendemen dari ekstrak arang tempurung kelapa diduga disebabkan oleh penggunaan metode ekstraksi yang tidak tepat. Maserasi merupakan suatu metode ekstraksi konvensional yang tidak menggunakan panas sehingga senyawa aktif yang bersifat termolabil di dalam sampel tidak akan rusak (13). Tidak adanya panas pada proses ekstraksi menyebabkan mekanisme penyerapan larutan menjadi terbatas sehingga kemampuan untuk mengikat dan

mengeluarkan senyawa aktif di dalam sampel juga terbatas. Menurut (14) Adanya faktor suhu atau pemanasan pelarut pada tahap ekstraksi dapat meningkatkan proses perpindahan senyawa metabolit keluar dari sampel untuk diikat oleh pelarut dalam waktu yang cepat.

Tingginya nilai rendemen dari suatu sampel menunjukkan jumlah ekstrak yang diperoleh juga besar. Hal ini menandakan bahwa semakin banyak senyawa aktif yang berhasil diekstraksi (14). Hal ini didukung oleh pernyataan dari (10; 12) yang mengemukakan bahwa metode maserasi memungkinkan untuk mendapatkan senyawa aktif dalam jumlah banyak mengingat metode ini hanya melibatkan polaritas pelarut untuk menarik senyawa aktif yang terkandung di dalam sampel pada suhu kamar (13; 14) Namun faktanya pada penelitian ini, teori tersebut tidak terbukti.

Hasil ekstraksi yang diperoleh pada penelitian ini ternyata tidak sesuai dengan hasil penelitian (15; 16) yang menyatakan bahwa hasil ekstraksi menggunakan pelarut etanol memiliki nilai paling tinggi jika dibandingkan dengan hasil ekstraksi menggunakan jenis pelarut lainnya. Adanya

ketidaksesuaian hasil ini, kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jenis pelarut yang digunakan. Jenis pelarut yang berbeda akan menghasilkan jumlah ekstrak yang berbeda pula. Pada penelitian ini, digunakan pelarut etanol 96% yang termasuk dalam jenis pelarut universal, yaitu pelarut yang dapat mengekstrak senyawa aktif dari tiga jenis yaitu senyawa polar, semipolar maupun nonpolar.

Analisis GCMS

Untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak arang tempurung kelapa, maka dilakukan analisis ekstrak menggunakan GCMS sehingga diperoleh sejumlah nama senyawa aktif. Dari proses analisis menggunakan database yang tersedia pada alat GCMS tersebut (*willey library*), diperoleh sebanyak 731 jenis senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak arang tempurung kelapa. Mengingat jumlah senyawa aktifnya sangat banyak, maka untuk memudahkan proses analisis senyawa aktif yang potensial sebagai senyawa antibakteri, maka dilakukan seleksi terhadap 10 senyawa aktif yang paling dominan di dalam ekstrak dengan dominan hasil seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jenis Senyawa Aktif yang Terkandung pada Ekstrak Arang Tempurung Kelapa

<i>Peak Report TIC</i>							
<i>Peak</i>	<i>Area</i>	<i>Area%</i>	<i>Height</i>	<i>Height%</i>	<i>A/H</i>	<i>Mark</i>	<i>Name</i>
1	TIC	71151	4,94	34287	7,63	2,08	<i>5-methyl-3-(1-methylvinyl)-1,4-hexadiene</i>
2	TIC	70682	4,91	29830	6,63	2,37	<i>Teresantalol (CAS)</i>
3	TIC	367352	25,53	96067	21,35	3,82	<i>alpha-Santalol (CAS)</i>
4	TIC	93302	6,48	33394	7,43	2,79	<i>beta-Santalol (CAS)</i>
5	TIC	229534	15,94	52197	11,61	4,4	<i>Santalol (CAS)</i>
6	TIC	99091	6,88	34523	7,68	2,87	<i>Teresantalol (CAS)</i>
7	TIC	65061	4,52	29080	6,47	2,24	<i>Cis-2-Phenyl-1,3 Dioxolane-4-Methyl Octadec-9, 12, 15 Trienoate</i>
8	TIC	79140	5,5	31858	7,09	2,48	<i>Nonadecane (CAS)</i>
9	TIC	286892	19,93	76466	17,01	3,75	<i>Eicosane (CAS)</i>
10	TIC	77335	5,37	31902	7,1	2,42	<i>Docosane</i>

Berdasarkan tabel 2 tersebut, diketahui bahwa ekstrak arang tempurung kelapa mengandung 3 senyawa aktif utama (dominan) yaitu *alpha-Santalol (CAS)*, *Eicosane (CAS)* dan *Santalol (CAS)*. Senyawa *santalol* telah digunakan sebagai obat untuk sejumlah penyakit dan memiliki fungsi farmakologis yang beragam mulai dari senyawa antiinflamasi, antioksidan, antiproliferasi, dan antimikroba dengan karakter tidak beracun terhadap sel normal. Telah ditemukan pula bahwa senyawa ini memiliki aktivitas melawan bakteri seperti *Staphylococcus aureus* (20). *Eicosane* merupakan asam lemak yang ditemukan pada minyak esensial dan ekstrak organik dari tanaman *Cestrum nocturnum*, bunga *Allium atrovioleaceum* dan *Aloe vera* yang

memiliki kemampuan sebagai senyawa antimikroba terhadap bakteri *foodborne pathogen* dan *clinical pathogen* (16). Menurut (21), *Eicosane* merupakan senyawa aktif yang dapat diperoleh dari ekstrak bunga *L. leptophyllum* (Schrenk) Kuntze yang telah terbukti efektif melawan bakteri seperti *E. coli*, *S. typhi* dan *S. aureus* dan terhadap jamur *R. solani*. Ditambahkan oleh (22), bahwa analisis secara *in vitro* mengungkapkan bahwa senyawa *Eicosane* pada konsentrasi 100 µg/mL mampu menghambat pembentukan *biofilm* dari *C. albicans*. Nanoemulsi (*n-eicosane*) dapat meningkatkan efek antimikroba (8 dan 12 µL/mL) terhadap bakteri *S. aureus* (23).

Pembuatan Sediaan Gel Arang Tempurung Kelapa

Dari proses uji coba pembuatan sediaan yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa dari dua formulasi gel yang diujicoba, didapatkan bahwa formula yang kedua dinilai sudah memenuhi kriteria untuk digunakan dalam pembuatan gel ekstrak arang tempurung kelapa. Hal ini didasari dari hasil

pengamatan, bahwa formula kedua memiliki sifat yang halus, lembut dan tidak terlalu keras sehingga sangat cocok untuk digunakan dalam uji efektivitas antibakteri terhadap bakteri MRSA. Dari formula kedua ini dilakukan pembuatan gel ekstrak arang tempurung kelapa dengan konsentrasi yang berbeda yaitu konsentrasi 3%, 6%, dan 9% seperti terlihat pada tabel 3.

No	Komposisi	Fg ₁ (3%)	Fg ₂ (6%)	Fg ₃ (9%)
1.	Na-CMC	0,5 g	0,5 g	0,5 g
2.	Gliserin	0,5 g	0,5 g	0,5 g
3.	Propilen glikol	1,25 g	1,25 g	1,25 g
4.	Ekstrak	0,75 g	1,5 g	2,25 g
5.	Akuades	20 ml	19,25 ml	18,5 ml
6.	Jumlah	25 ml	25 ml	25 ml

Uji Stabilitas Gel Arang Tempurung Kelapa

Dalam upaya untuk mengetahui kualitas gel ekstrak arang tempurung kelapa yang telah dibuat, maka

keempat jenis uji tersebut, diketahui bahwa sifat dari gel ekstrak arang tempurung kelapa dengan konsentrasi 3%, 6% dan 9% dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Stabilitas Gel Ekstrak Arang Tempurung Kelapa

No	Jenis Formulasi	Daya Sebar		Homogenitas	Viskositas	pH
		TB	DB			
1.	E1 (3%)	3,6 cm	4,35 cm	Homogen	2,424 cp	6,53
2.	E2 (6%)	3,35 cm	3,95 cm	Homogen	5,064 cp	6,98
3.	E3 (9%)	3,8 cm	4,1 cm	Homogen	5,904 cp	6,94

Keterangan:

TB: tanpa beban

DB: dengan beban

Gel didefinisikan sebagai suatu sistem semi padat yang terdiri dari suatu dispersi yang tersusun baik dari partikel anorganik kecil atau molekul organik besar dan saling diresapi cairan (24). Pada pembuatan gel, hal yang perlu

diperhatikan adalah stabilitas. Stabilitas merupakan kemampuan suatu produk obat atau kosmetik untuk bertahan dalam spesifikasi yang diterapkan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaan, untuk menjamin identitas,

kekuatan, kualitas dan kemurnian produk. Data hasil pengukuran uji daya sebar menunjukkan bahwa dari ketiga konsentrasi gel tersebut tidak ada yang memenuhi kriteria gel yang baik karena semuanya memiliki daya sebar di bawah 5 cm, (10) mengemukakan bahwa daya sebar gel yang baik berkisar antara 5-7 cm. Data hasil pengukuran homogenitas menunjukkan bahwa ketiga gel ekstrak tersebut memiliki homogenitas yang baik, dibuktikan dengan tidak adanya butiran kasar pada sediaan dan memiliki warna yang merata. Susunan gel dikatakan homogen apabila terdapat persamaan warna yang merata dan tidak ditemukan partikel-partikel yang berbeda (25).

Hasil uji viskositas dari ketiga konsentrasi gel ekstrak arang tempurung kelapa menunjukkan bahwa nilai viskositasnya baik yaitu berkisar dari nilai 2,424 cps sampai 5,904 cps. Hal ini sesuai dengan pernyataan (26) yang menyatakan bahwa viskositas sediaan gel yang baik berada pada rentang nilai 2.000-50.000 cps.

Berdasarkan hasil pengukuran pH dari ketiga konsentrasi gel, diketahui bahwa ketiga gel tersebut memiliki nilai pH yang lebih tinggi yaitu di atas 6,5 jika dibandingkan dengan nilai pH kulit.

Hal ini sesuai yang disampaikan oleh (26) bahwa nilai pH gel yang baik adalah gel yang memiliki nilai pH yang sama dengan nilai pH kulit yaitu 4,5-6,5.

Hasil Uji Sensitivitas Gel Terhadap Bakteri MRSA

MRSA merupakan penyebab utama infeksi nosokomial, yaitu infeksi yang didapatkan di rumah sakit berupa infeksi pascaoperasi, infeksi saluran pernapasan, infeksi saluran urin maupun infeksi peredaran darah. Berdasarkan data yang tersaji pada tabel 5 dapat diketahui bahwa gel ekstrak arang tempurung kelapa memiliki aktivitas antibakteri yang sangat baik dalam menekan pertumbuhan bakteri MRSA.

Hal ini dapat dilihat dari diameter atau luas zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram yang lebih luas daripada kontrol positif. Hal ini berarti bahwa gel ekstrak arang tempurung kelapa memiliki kemampuan daya hambat tujuh kali lebih besar dari antibiotik vankomisin yang biasanya digunakan sebagai antibiotik pilihan terakhir untuk mengatasi infeksi bakteri MRSA. Hasil ini melebihi hasil penelitian (27), bahwa ekstrak tempurung kelapa pada konsentrasi 30% memiliki daya hambat dalam

kategori sedang (5-10 mm²) terhadap bakteri *A. aceti*.

Tabel 5. Hasil Uji Sensitivitas Gel Arang Tempurung Kelapa terhadap Bakteri MRSA

No	Perlakuan	Rerata Diameter (mm)	Luas Zona Hambat (mm ²)
1.	Kontrol (-)	0	0
2.	E1 (3%)	8,3	7,16
3.	E2 (6%)	6,7	2,16
4.	E3 (9%)	15,05	28,41
5.	Kontrol (+)	7,2	3,76

Apabila dilihat lebih detail lagi, gel dengan konsentrasi 9% dengan luas zona hambat mencapai 28,41 mm², menunjukkan bahwa gel tersebut memiliki kemampuan antibakteri yang sangat kuat karena luas zona hambatnya lebih dari 20 mm². (27) menyatakan bahwa kekuatan antimikroba jika luas hambatnya mencapai 20 mm² atau lebih, maka termasuk dalam kategori antimikroba yang sangat kuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uraian pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat 731 jenis senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak arang tempurung kelapa dengan 3 senyawa aktif utama (dominan) yaitu *alpha-Santalol* (CAS), *Eicosane* (CAS) dan *Santalol* (CAS).; *Eicosane* (CAS) merupakan senyawa aktif pada ekstrak arang tempurung kelapa yang memiliki potensi sebagai senyawa antibakteri; Formulasi gel arang tempurung kelapa

9% paling optimal sebagai kandidat obat bagi bakteri MRSA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada ketua dan staf Laboratorium Terpadu Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) serta pihak-pihak yang sudah membantu dan mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Jayanthi AAI, Tarini NMA, Praharsini IGAA. *Staphylococcus aureus* sebagai Agen Penyebab Infeksi pada Kasus Erisipelas Kruris Dekstra dengan Liken Simpleks Kronikus. *Intisari Sains Medis*. 2020;11(3):1482–91.
- Rasheed N, Hussein N. *Staphylococcus aureus*: An Overview of Discovery, Characteristics, Epidemiology, Virulence Factors and

- Antimicrobial Sensitivity. *Eur J Mol Clin Med.* 2021;8(3):1160–83.
3. Kurniawan, Tyas EA, Supriyadi. Prevalensi Bakteri Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) pada Peralatan Laboratorium. *J Muhammadiyah Med Lab Technol.* 2021;4(2):188.
 4. Magani AK, Tallei TE, Kolondam BJ. Uji Antibakteri Nanopartikel Kitosan terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *J Bios Logos.* 2020;10(1):7.
 5. Pristianingrum S, Zainiati BL, Muttaqin Z, Puspita FD, Arman R. Deteksi Metichilin Resistance *Staphylococcus Aureus* (MRSA) pada Peralatan Medis yang Digunakan di Ruang Rawat Inap RSUD Provinsi NTB. *J Anal Med Biosains.* 2021;8(1):7–12.
 6. Dahesihdewi A, Adhi YPD, Sugianli K, Parwati I. Surveilans Bakteri Resistan Multi Obat dan Kepekaannya terhadap Antibiotik di Rumah Sakit Indonesia 2018. Jakarta: Departemen Patologi Klinik dan Kedokteran Laboratorium Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.; 2019.
 7. Sucahyono AE, Perdana A. Pelunakan Tempurung Kelapa dengan Proses Kimiawi untuk Bahan Baku Kerajinan Tangan. In: Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia XII (SN-KPK XII). 2021. p. 128–35.
 8. Nustini Y, Allwar A. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo. *Asian J Innopation Entrepreneursh.* 2019;4(3):217–26.
 9. Nuryana D, Fahrul Rahman Alim M, Okta Loveyanto R, Adi Wibowo B, Safazliana Binti Raja Sulong R, Amir Asyraf Mohd Hamzah M, et al. Phenolic Compound Derived from Microwave-assisted Pyrolysis of Coconut Shell: Isolation and Antibacterial Activity Testing. *E3S Web Conf.* 2020;202(1):1–9.

10. Pritha SDSJ, Karpagam S. Antimicrobial Activity of Coconut Shell Oil. *Int J Pharm Sci Res.* 2018;9(4):1090–7.
11. Krongrawa W, Limmatvapirat S, Pongnimitprasert N, Meetam P, Limmatvapirat C. Formulation and Evaluation of Gels Containing Coconut Kernel Extract for Topical Application. *Asian J Pharm Sci.* 2018;13(5):415–24.
12. Kurniawan, Yulistiani M. A Production and Activity Test of Anti-Bacterial Compounds of Endophytic Fungi BR-S1 (A) Isolate Extract in Different General Growth Media. *Curr Trends Biotechnol Pharm.* 2020;14(5):206–12.
13. Mawarda A, Samsul E, Sastyarina Y. Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi dari Ekstrak Etanol Umbi Bawang Tiwai (*Eleutherine americana* Merr) terhadap Rendemen Ekstrak dan Profil Kromatografi Lapis Tipis. In: *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences.* 2020. p. 1–4.
14. Nahor EM, Rumagit BI, YYou H. Perbandingan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Andong (*Cordyline fucifolia* L.) Menggunakan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokhletasi. In: *Prosiding Seminar Nasional.* 2020. p. 40–4.
15. Fahrurroji A, Riza H. Karakterisasi Ekstrak Etanol Buah Citrus *amblycarpa* (L), *Citrus aurantifolia* (S.) dan *Citrus sinensis* (O.). *J Farm Dan Ilmu Kefarmasian Indones.* 2020;7(2):100.
16. Sumayya SS, Lubaina AS, Murugan K. Bactericidal Potentiality of Purified Terpenoid Extracts from the Selected Sea Weeds and its Mode of Action. *J Trop Life Sci.* 2020;10(3):197–205.
17. Utami NF, Nurdayanty SMS, Suhendar U. Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi pada Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Iler (*Plectranthus Scutellarioides*). *J Ilm Farm.* 2020;10(1):76–83.
18. Wijaya H, Novitasari, Jubaidah S. Perbandingan Metode Ekstraksi terhadap Rendemen Ekstrak Daun Rambai Laut (*Sonneratia caseolaris* L. Engl). *J Ilm Manuntung.* 2018;4(1):79–

- 83.
19. Baehaki A, Herpandi, Putra AA. Kadar Air, Rendemen dan Kandungan Fitokimia Ekstrak Tumbuhan Rawa Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*). In: Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2. 2017. p. 857–61.
 20. Rajsmita B, Keshavamurthy V. Re-discovering Sandalwood: Beyond Beauty and Fragrance. *Indian Dermatol Online J.* 2019;10(3):296.
 21. Sánchez-Hernández E, Buzón-Durán L, Langa-Lomba N, Casanova-Gascón J, Lorenzo-Vidal B, Martín-Gil J, et al. Characterization and Antimicrobial Activity of a Halophyte from the Asturian Coast (Spain): *Limonium binervosum* (g.e.sm.) c.e.salmon. *Plants.* 2021;10(9).
 22. Shafreen RB, Seema S, Lakshmi SA, Srivathsan A, Tamilmuhilan K, Shrestha A, et al. In vitro and In Vivo Antibiofilm Potential Of Eicosane Against *Candida albicans*. *Appl Biochem Biotechnol.* 2022;194(10):16.
 23. Trinetta V, Morgan MT, Coupland JN, Yucel U. Essential Oils Against Pathogen and Spoilage Microorganisms of Fruit Juices: Use of Versatile Antimicrobial Delivery Systems. *J Food Sci.* 2017;82(2):471–6.
 24. Hafid M, Setiawati H, Pratiwi I, Laspin S, Audia D. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Gel Ekstrak Etil Asetat Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L) Menggunakan Variasi Basis Gel. *J Pharm Sci.* 2019;11(2):2723–0791.
 25. Dwiastuti R, Ardiyati SE. Formulasi Sediaan Gel Nanopartikel Lipid Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Pharm Med J.* 2020;3(2):40–6.
 26. Apriana R, Rahmawanty D, Fitriana M. Formulasi dan Uji Stabilitas Gel Antijerawat yang Mengandung Kuersetin serta Uji Efektivitas terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *J Pharmascience.* 2017;4(2):187–201.
 27. Mazaya G, Karseno K, Yanto T. Antimicrobial and Phytochemical Activity of Coconut Shell Extracts. *Turkish J Agric - Food Sci Technol.* 2020;8(5):1090–7.