

Sintesis Dan Karakterisasi Hidrogel PVA/Alginat Mengandung Ekstrak Lada Sebagai Pembalut Luka Antibakteri

Fadillah Ramadhani¹, Lizia Miratsi¹, Zalva Humaeroh² dan Fitri Afriani^{1*}

¹ Jurusan Fisika, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

² Jurusan Biologi, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:

Draft diterima: 01 September 2021

Revisi diterima: 08 Oktober 2021

Diterima: 29 Oktober 2021

Tersedia Online: 31 Oktober 2021

Corresponding author: fitri-afriani@ubb.ac.id

ABSTRAK

Pembalut luka berperan sebagai pelindung luka sekaligus pengantar obat bagi penyembuhan luka. Di dalam artikel ini kami mengembangkan material pembalut luka berbasis PVA/alginat yang ditambahkan dengan ekstrak lada guna memperoleh efek antibakteri. Proses preparasi sampel terdiri dari beberapa tahapan yaitu preparasi ekstrak lada melalui metode maserasi, preparasi hidrogel PVA/alginat dan penambahan ekstrak lada, serta beberapa pengujian seperti pengamatan gugus fungsi, kemampuan *swelling* dan observasi efek antibakteri terhadap patogen *Staphylococcus aureus*. Ekstrak lada memiliki aktivitas antibakteri dengan zona inhibisi sekitar 22 mm. Berdasarkan analisis FTIR diketahui bahwa pola transmitansi FTIR dari komposit PVA/alginat yang ditambahkan lada berkaitan dengan gugus fungsi penyusunnya. Derajat *swelling* tertinggi dari hidrogel yang dipreparasi pada penelitian adalah 188%.

Kata kunci: pembalut luka, alginate, PVA, lada, *Swelling*.

ABSTRACT

Wound dressings act as wound protectors as well as drug delivery for wound healing. In this article we develop a PVA/alginate-based wound dressing material added with pepper extract to obtain antibacterial effects. The sample preparation process consisted of several stages: the preparation of pepper extract by maceration method, preparation of PVA/alginate hydrogel and addition of pepper extract, and some testing i.e., investigation of functional groups, swelling ability, and observation of antibacterial effects against *Staphylococcus aureus* pathogen. The pepper extract had antibacterial activity with an inhibition zone of about 22 mm. Based on the FTIR analysis, it is known that the FTIR transmittance pattern of the PVA/alginate composite added with pepper is related to its constituent functional groups. The highest degree of swelling of the hydrogels prepared in this study was 188%.

Keywords: wound dressing, alginate, PVA, pepper, *Swelling*.

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, riset dalam bidang hidrogel menjadi salah satu topik yang dikaji secara serius. Pada dasarnya, hidrogel adalah suatu polimer dengan struktur 3-dimensi yang dapat mengabsorb dan mempertahankan air atau suatu larutan cair dalam jumlah yang banyak. Karena kefleksibelannya dan biokompatibilitasnya yang baik, hidrogel telah diaplikasikan secara luas pada teknologi penghantar obat, industri makanan, serta industri kimia dan lingkungan (Utomo, Fransiska, & Darmawan, 2016).

Salah satu potensi pemanfaatan hidrogel yang saat ini marak dikaji adalah potensinya untuk dimanfaatkan sebagai material pembalut luka. Dalam perkembangan pembalut luka modern, telah diketahui bahwa pembalut luka yang mampu menciptakan kelembaban yang seimbang lebih baik dibandingkan dengan pembalut luka kering. Kondisi tersebut diharapkan dapat semakin mempercepat penyembuhan luka, meminimalisir trauma dan resiko operasi (Cahyono, 2007). Pembalut luka menjadi solusi bagi perawatan luka tanpa harus mengganti balutan berkali-kali. Pembalut luka juga dapat berperan sebagai pengantar obat bagi penyembuhan luka.

Pemanfaatan polimer hidrofilik seperti *polyvinyl alcohol (PVA)* sebagai bahan biomaterial menjadi perhatian khusus karena sifatnya yang non-toksik dan biokompatibel. PVA dengan rumus molekul $[\text{CH}_2\text{-CH(OH)}]_n$ - yang dipolimerisasi dengan cara pemanasan akan menghasilkan gel yang jika dikeringkan akan menghasilkan film transparan. Film ini mampu mengembang kembali jika berada dalam air dan berubah menjadi gel (Erizal & C, 1998).

Peningkatan karakteristik hidrogel berbasis PVA dapat dilakukan melalui pengintegrasian dengan senyawa lain, seperti alginat. Alginat merupakan polimer yang diturunkan dari alga coklat. Alginat memiliki daya absorpsi yang tinggi, mampu menjaga kelembaban di sekitar luka, elastis, tidak menyebabkan alergi, *biodegradable* dan biokompatibel (Mutia, Eriningsih, & Safitri, 2011).

Permasalahan lain yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan hidrogel sebagai pembalut luka adalah aktivitas antibakterinya. Selama proses penyembuhan luka tidak menutup kemungkinan terjadinya peradangan pada luka karena produksi eksudat yang tidak terkontrol dan dapat meningkatkan jumlah bakteri pada luka. Oleh karena itu, fokus pengembangan hidrogel untuk pembalut luka saat ini telah mulai terfokus pada hidrogel yang memiliki sifat antibakteri.

Lada merupakan salah satu tanaman yang telah terbukti memiliki aktivitas antibakteri. Kandungan kimia dari buah lada adalah alkaloid, fenol, antrakuinon, tanin, kumarin, saponin, flavonoid, glikosida, dan minyak atsiri. Kandungan alkaloid dalam ekstrak buah lada mengandung 5-9% senyawa utama piperin, piperidin, piperetin, dan piperenin. Piperin merupakan alkaloid mayor pada buah lada yang telah terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Keberlimpahan lada di Indonesia, khususnya di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, tentu saja membutuhkan upaya diversifikasi produk turunan dari lada. Pengembangan ekstrak lada menjadi senyawa antibakteri menjadi hal menarik di tengah kebutuhan produk kesehatan seperti saat ini. Oleh karena itu, di dalam penelitian ini kami mencoba mengembangkan pembalut luka *PVA/Alginat* yang ditambahkan dengan ekstrak lada dengan tujuan agar diperoleh pembalut luka yang memiliki aktivitas anti bakteri.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *polyvinyl alcohol (PVA)*, material alginate, aquades, etanol 96%, dan bubuk buah lada. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, *beaker glass*, *hot plate*, pinset, kertas saring, aluminium foil, *blender*, timbangan analitik, *stopwatch*, *magnetic stirrer*, oven dan cetakan.

Ekstraksi Buah Lada

Buah lada yang kering dihaluskan menggunakan blender. Kemudian ditimbang sebanyak 5 gram dan dicampurkan etanol 96% 20ml dengan perbandingan 5:20, dimaserasi selama 24 jam. Setelah itu disaring dan didapatkan ekstrak buah lada dan disimpan pada suhu 4°C.

Sintesis Hidrogel

Disiapkan PVA sebanyak 20 gram dan alginat sebanyak 2,5 gram dicampurkan dengan aquades sebanyak 250ml, distirrer selama 2 jam dengan suhu ruang hingga homogen. Larutan PVA/alginat dicampurkan dengan ekstrak buah lada dengan perbandingan sebesar 9:1, 8:2, dan 7:3. Setiap variasi distirrer selama 1 jam dengan suhu 100°C. Hidrogel yang terbentuk dituangkan pada cetakan dengan tipis, kemudian dipanaskan menggunakan oven selama waktu 1 jam. Sehingga didapatkannya pembalut luka (*wound dressing*). Sedangkan untuk pengujian *swelling hidrogel* dituangkan pada cetakan yang lebih tebal dan dioven selama waktu 6 jam.

Uji Antibakteri

Ekstrak buah lada yang telah didapatkan dari hasil ekstraksi yaitu ekstrak dengan perbandingan 5:20 akan dilakukan pengujian untuk mengetahui aktivitas antibakterinya. Pada pengujian aktivitas antibakteri ini alat yang digunakan beserta media nutrient agar (NA) akan disterilisasi terlebih dahulu dengan autoklaf. Setelah sterilisasi bakteri *S.aureus* akan dibiakkan terlebih dahulu pada media NA di tabung reaksi selama 24 jam. Kemudian segala pengerjaan pengujian aktivitas antibakteri ini dilakukan pada *laminar air flow*. Kertas cakram dicelupkan ke dalam ekstrak buah lada. Cawan petri yang telah terisi dengan media NA akan disebarkan bakteri *S.aureus*. Kemudian kertas cakram yang telah dicelupkan ke dalam ekstrak buah lada di letakkan di atas permukaan media NA dan ditutup rapat. Setelah itu dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dalam inkubator dan pembentukan daya hambat diukur menggunakan jangka sorong.

Uji Swelling

Pada pengujian *swelling* dilakukan pada setiap variasi pembalut luka berdasarkan ukuran sisi yang sama yaitu 1cm x 1cm. Uji *swelling* dilakukan dengan merendam sampel ke dalam aquades sebanyak 10ml. Selama proses pengujian dilakukan pengukuran berat sampel dalam 10 menit. Penambahan berat sampel merupakan banyaknya aquades yang terserap oleh *wound dressing*.

Uji FTIR

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada *wound dressing*. Sampel dibentuk lapisan tipis berukuran 1,5 cm x 1,5 cm kemudian dimasukkan ke dalam tabung perangkat FTIR. Luaran dari pengujian FTIR adalah kurva transmittansi terhadap bilangan gelombang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi buah lada

Ekstraksi buah lada menggunakan perbandingan serbuk buah lada dengan etanol 96% yaitu 5:20 atau sebanyak 20 gram serbuk buah lada dengan 100ml etanol 96%. Kemudian dimaserasi selama 24 jam sehingga didapatkannya ekstrak etanol berwarna kuning pekat seperti pada Gambar 1. Menurut (Hikmawanti, Aulia, & Viransa, 2016) buah lada yang mengandung piperin dengan rumus molekul $C_{17}H_{19}NO_3$ atau (E,E)-1-[5-(1,3-benzodioxol-5il)-1-okso-2,4-pentadienil] piperidin, diperoleh dalam bentuk prisma monosiklik dari alkohol dengan titik lebur $130^{\circ}C$, 1 gram piperin larut dalam 15 ml etanol, 36 ml eter dan hampir tidak larut di dalam air. Oleh sebab itu pada pembuatan ekstrak buah lada ini digunakannya pelarut etanol 96%.



Gambar 1. Ekstrak lada

Uji Antibakteri

Hasil uji antibakteri ekstrak buah lada menunjukkan bahwa ekstrak memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri. Dapat dilihat seperti pada Gambar 2, zona hambat bening yang terbentuk setelah inkubasi selama 24 jam, membuktikan aktivitas penghambatan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada ekstrak buah lada memiliki diameter zona hambat bening sebesar 22,29 mm. Pada aktivitas antibakteri dikatakan lemah apabila memiliki diameter <5 mm, tergolong sedang 5-10 mm, tergolong kuat 11-20 mm dan tergolong sangat kuat >20mm (Suryawiria, 1978). Sehingga untuk ekstrak buah lada memiliki kemampuan aktivitas antibakteri yang tergolong sangat kuat. Hal ini membuktikan banyaknya buah lada yang digunakan, maka semakin besar aktivitas antibakteri dari ekstrak buah lada dalam membentuk zona hambat bening.

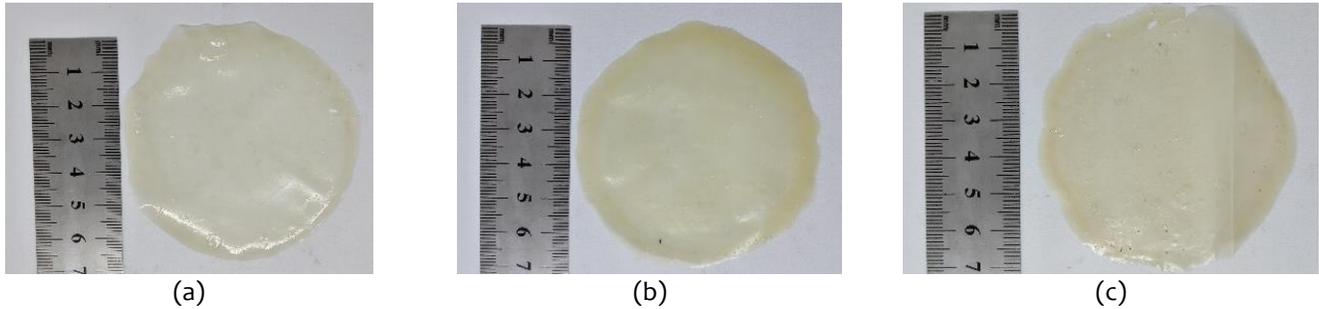
Adanya zona hambat bening yang terbentuk dikarenakan pada ekstrak buah lada mengandung fitokimia yaitu fenol (flavonoid,tanin), alkaloid(piperin, piperamid), dan minyak esensial. Turunan dari fenol berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi yang melibatkan ikatan hidrogen. Fenol mengganggu struktur tiga dimensi protein hingga menjadi acak, merusak DNA bakteri hingga terjadi lisis bakteri, timbulnya kebocoran konstituen sel yang esensial dan bakteri mengalami kematian (Putri, Effendi, & Sumarno, 2017).



Gambar 2. Uji antibakteri ekstrak buah lada

Sintesis Hidrogel

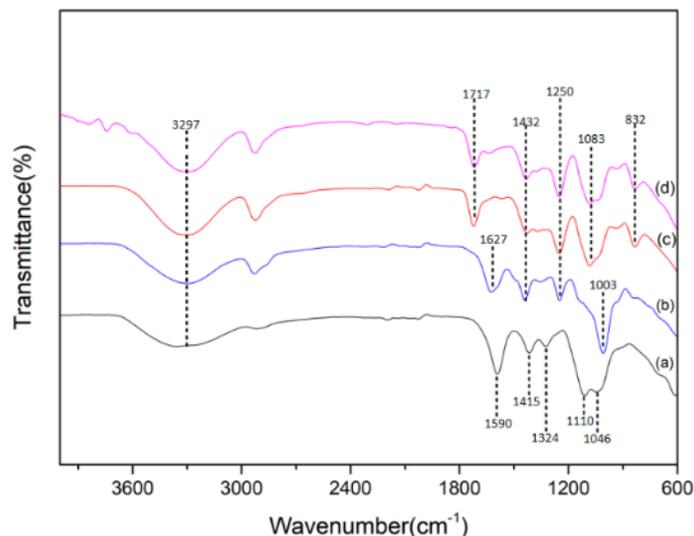
Pada Gambar 3 disajikan pembalut luka berbasis PVA/Alginat dengan tambahan ekstrak lada. Pada saat melakukan pengeringan sampel harus terus menerus diamati proses penyusutan yang terjadi dari sampel dalam keadaan larutan hingga mengering. Karena dapat mempengaruhi tingkat ketebalan dari pembalut luka yang diinginkan. Penggunaan cetakan yang berdiameter terlalu besar akan mempengaruhi proses pengeringan sampel, sampel akan menyusut pada dinding-dinding cetakan hingga mengalami keretakan pada bagian tengah sehingga ketebalan yang dihasilkan tidak merata.



Gambar 3. Pembalut luka PVA/Alginat:ekstrak lada (a) 9:1 ; (b) 8:2 ; dan (c) 7:3

Uji FTIR

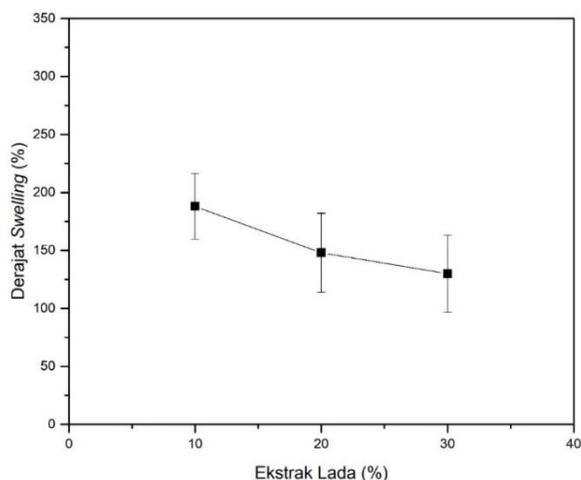
Hasil analisa FTIR *wound dressing* PVA/alginat : ekstrak lada 8:2 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dari spektrum FTIR dapat dilihat bahwa bilangan gelombang 832 cm^{-1} berkaitan dengan gugus fungsi CH_2 stretching yang biasanya ditemukan pada PVA (Nafee, Hamdalla, & Shaheen, 2016). Pada panjang gelombang 1003 cm^{-1} termasuk ke dalam gugus fungsi $=\text{C}-\text{O}-\text{C}$ yang merupakan gugus fungsi khas lada (Moraru, et al., 2019). Panjang bilangan gelombang 1083 cm^{-1} merupakan gugus fungsi C-O stretching of acetyl groups yang termasuk ke dalam material PVA (Nafee, Hamdalla, & Shaheen, 2016). Pada bilangan gelombang 1250 cm^{-1} termasuk ke dalam gugus fungsi C-H wagging merupakan gugus fungsi dari PVA dan lada (Nafee, Hamdalla, & Shaheen, 2016; Hamdala & Hanafi, 2016). Pada bilangan gelombang $1046\text{ cm}^{-1}, 1110\text{ cm}^{-1}, 1324\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi C-O yang umumnya terdapat pada alginat. Pada bilangan gelombang 1415 cm^{-1} merupakan gugus fungsi aromatik (R-O-R) termasuk ke dalam gugus fungsi alginat (Mutia, Eriningsih, & Safitri, 2011). Pada bilangan gelombang 1432 cm^{-1} merupakan gugus fungsi bending of CH_2 vibration yang ditemukan pada PVA dan lada (Nafee, Hamdalla, & Shaheen, 2016; Hamdala & Hanafi, 2016). Pada bilangan gelombang 1590 cm^{-1} merupakan gugus fungsi C-C khas alginat (Mutia, Eriningsih, & Safitri, 2011). Pada bilangan gelombang 1627 cm^{-1} , merupakan gugus fungsi $-\text{CO}-\text{N}-$ yang menjadi ciri khas gugus fungsi dari lada (Krishan, et al., 2016). Pada bilangan gelombang 1717 cm^{-1} termasuk ke dalam gugus fungsi $\text{C}=\text{O}$ stretching vibration yang umumnya gugus fungsi ini ditemukan pada PVA (Kadir, Aspanut, Majid, & Arof, 2011). Pada panjang gelombang 3297 cm^{-1} termasuk ke dalam gugus fungsi yang free OH stretching vibration yang merupakan gugus fungsi pada alginat, PVA dan lada (Suryati, Azhari & Pasaribu, 2021; Hadad, 2018; Hamdala & Hanafi, 2016). Kehadiran beberapa gugus fungsi tersebut merupakan indikasi bahwa *wound dressing* merupakan penggabungan senyawa-senyawa yang terkandung dari molekul alginat, PVA dan ekstrak lada.



Gambar 4. Hasil uji FTIR: (a) alginat; (b) PVA; (c) ekstrak lada; dan (d) pembalut luka alginat/PVA/lada

Uji Swelling

Pengujian *swelling* ini untuk mengetahui seberapa besarnya kemampuan penyerapan air yang dapat dilakukan oleh membran hidrogel. Hidrogel yang memiliki panjang sisi 1cm x 1cm diukur ketebalannya dari 3 sisi yaitu kedua ujung hingga ke bagian tengah. Setelah itu mengukur berat awal hidrogel sebelum direndamkan ke dalam akuades sebanyak 10 ml selama 10 menit. Dilakukan 3 kali pengulangan pada setiap sampel untuk mendapatkan data terbaik. Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin banyaknya lada yang digunakan maka semakin kecil nilai persentase derajat *swelling*. Penambahan ekstrak lada terlalu banyak akan mengganggu interaksi antara PVA dan alginat. Dampaknya, kemampuan *swelling* mengalami penurunan. Dari semua variasi sampel mengalami penambahan berat yang semakin meningkat. Pada dasarnya penyerapan air (*swelling*) bergantung pada sifat membran dari PVA yang bersifat hidrofilik. PVA yang memiliki gugus hidroksil yang mampu menahan banyaknya molekul air terhadap ikatan hidrogen yang terjadi, hingga PVA diketahui dapat melakukan penyerapan air hampir menyamai beratnya itu sendiri (Safitri & Santoso, 2016). Menurut (Saarai, Kasparkova, Sedlacek, & Saha, 2011) standar nilai *swelling* yang telah ditetapkan sebagai pembalut luka adalah dengan rentang sebesar 200-500%. Sehingga pada hasil derajat *swelling* dari pembalut luka yang dipreparasi pada penelitian ini mendekati standar dan masih membutuhkan perbaikan agar nilainya dapat meningkat.



Gambar 5. Hasil uji *swelling* hidrogel alginate/PVA/lada

4. KESIMPULAN

Melalui penelitian ini diketahui bahwa ekstrak lada yang dipreparasi memiliki aktivitas antibakteri. Pengujian menggunakan FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi dari pembalut luka PVA/alginate yang disubstitusi ekstrak lada memiliki pita transmisi yang merupakan gabungan dari ketiga bahan dasar tersebut. Selain itu, substitusi ekstrak lada ke dalam hidrogel PVA/alginate yang terlalu banyak akan menurunkan nilai persentase derajat *swelling*.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui skema pendanaan PKM-RE Tahun 2021.

6. REFERENSI

- [1] Cahyono. J, Manajemen Ulkus Kaki Diabetik, Dexa media, 2007.
- [2] Erizal & C. R, "Karakterisasi Hidrogel PVA Hasil Polimerisasi Radiasi", Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1998.
- [3] Hadad. S, "Fabrication and characterization of electrospun nanofibers using flaxseed (*Linum uistatissimum*) mucilage", International Journal of Biological Macromolecules Structure Function and interactions, 2018.
- [4] Hamdalla. T & Hanafy. T, "Optical properties studies for PVA/Gd,La,Er or Y chlorides based on structural modification", International Journal for Light and Electron Optics, 2016.

- [5] Hikmawanti. N, Aulia. C, & Viransa. V, Kandungan Piperin Dalam Ekstrak Buah Lada Hitam Dan Bauh Lada Putih (*Piper nigrum L.*) Yang Diekstraksi Dengan Variasi Konsentrasi Etanol Menggunakan Metode Klt-Densitometri. Media Farmasi, 2016.
- [6] Kadir. M, Aspanut. Z, Majid. S, & Arof. A, "FTIR studies of plasticized poly(vinyl alcohol)-chitosan blend doped with NH_4NO_3 polymer electrolyte membrane", Spectrochimica Acta Part A, 2011.
- [7] Katrin. D, Idiawati. N, & Sitorus. B, "Uji Aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Daun Malek (*Litsea graciae* Vidal) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*", JKK, 2011.
- [8] Krishan. V, Bupesh. G, Manikandan. E, Thanigai. A, Magesh. S, & Kalyanaraman. R., "Sintesis Hijau Nanopartikel Perak Menggunakan Piper nigrum Ramuan dan Aktivitas Antikankernya terhadap Garis Sel MCF-7 dan Hep-2". Journal of Antimicrobial Agents, 2016.
- [9] Moraru. A, Rosca. I, Craciun. B, Nicolescu. A, Chiriacc. A, & Voicu. V, "Insights Of The Antimicrobial Activity Of Piperine Extracted From *Piper Nigrum L*", Farmacia, 2019.
- [10] Mutia. T, Eriningsih. R, & Safitri. R, "Membran Alginat Sebagai Pembalut Luka Primer Dan Media Penyampaian Obat Topikal Untuk Luka Yang Terinfeksi", Jurnal Riset Industri, 2011.
- [11] Nafee. S, Hamdalla. T, & Shaheen. S, "FTIR and optical properties for irradiated PVA-GdCl₃ and its possible use in dosimetry", Phase Transition A Multinational Journal, 2016.
- [12] Putri. Z, Effendi. M, & Sumarno, "Perbedaan Efek Antibakteri EKstrak Etanol Lada Hitam (*Piper Nigrum L.*) dengan Ekstrak Etanol Lada Putih (*Piper Nigrum L.*) terhadap Steptococcus Mutans secara In Vitro. *E-Prodenta*", Journal pf Dentistry, 2017.
- [13] Saarai. A, Kasparkova. V, Sedlacek. T, & Saha. P, "A Comparative Study of Crosslinked Sodium Alginate/Gelatin Hydroges for Wound Dressing", Recent Researches in Geography, Geology, Energy, Environment, and Biomedicine, 2011.
- [14] Safitri. G, & Santoso. E, "Perbandingan VARIasi Komposisi PVA/Kitosan terhadap Perilaku Membran Komposit PVA/Kitosan/Grafin Oksida yang Teikat Silang Trisodium Sitrat", Jurnal Sains Dan Seni ITS, 2016.
- [15] Sari. D, Yustiantara. P, Paramita. N, & Wirasuta. I, "Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Buah Lada Hitam (*Piper nigrum L.*) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*", Jurnal Farmasi Udayana, 2015.
- [16] Suryati, Azhari, & Pasaribu. D, "Pembuatan Biokomposit Kitosan/Alginatkolagen Untuk Pembalut Luka. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 2021.
- [17] Suryawiria. U, Mikroba Lingkungan, Edisi Kedua, Bandung, ITB, 2011.
- [18] Utomo. B, Fransiska. D, & Darmawan. M, "Formulasi Hidrogel Dari Polivinil Prolidon Dan Karaginan Untuk Bahan Pembalut Luka", JPB Kelautan dan Perikanan, 2016.