



Jenis Artikel: *original research*

## Pengaruh Variasi Ion $Ag^+$ terhadap Pembentukan *Biofoam* Antibakteri Berbasis Pati Singkong dan Selulosa Batang Jagung

Galang Haedi Wijaya<sup>1</sup>, Sutiarno Sutiarno<sup>1</sup>, Pulung Karokaro<sup>1</sup>, Syafriadi Syafriadi<sup>1</sup>, Pariaman Ginting<sup>1</sup>, Agus Riyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung  
Corresponding e-mail: [agus.riyanto@fmipa.unila.ac.id](mailto:agus.riyanto@fmipa.unila.ac.id)

### KATA KUNCI:

*Biofoam*,  $Ag^+$ ,  
Antibakteri

Diserahkan: 26 Mei 2021

Direvisi: 29 Mei 2021

Diterima: 02 Juni 2021

Diterbitkan: 03 Juli 2021

Terbitan daring: 03 Juli 2021

**ABSTRAK.** *Biofoam* pada penelitian ini terbuat dari biopolimer berupa pati singkong, selulosa dari batang jagung, dan polimer pengikat berupa Polivinil Alkohol (PVA). Pembuatan *biofoam* tersebut dicetak menggunakan metode *thermopressing* dengan  $T=150$  °C dan ditekan selama  $t = 3$  menit. Bahan aditif berupa ion  $Ag^+$  ditambahkan untuk memberikan sifat antibakteri *biofoam*. Ion  $Ag^+$  diproduksi menggunakan metode elektrolisis dari batang AgBr dengan tegangan listrik 15 Volt. Kemudian, larutan hasil elektrolisis yang mengandung ion  $Ag^+$  divariasikan konsentrasi (12 ppm; 17 ppm; 22 ppm; 27 ppm). Ion tersebut kemudian dilapiskan pada *biofoam* menggunakan metode *dip coating*, lalu dikeringkan pada suhu ruangan. Seiring dengan penambahan konsentrasi larutan ion  $Ag^+$  yang dilapiskan pada *biofoam*, menunjukkan adanya pergeseran gugus fungsi O-H dan N-H *bending* di bilangan gelombang  $3276-3287$   $cm^{-1}$  dan  $1640-1647$   $cm^{-1}$ . Berdasarkan hasil uji antibakteri bakteri menunjukkan munculnya zona hambat bakteri *Bacillus* sp, namun tidak muncul pada bakteri *Escherichia coli*. Variasi penambahan konsentrasi ion  $Ag^+$  tidak mempengaruhi pengujian daya serap air pada *biofoam* karena nilai pengujian cenderung tetap.

## 1. Pendahuluan

Kemasan plastik merupakan material yang saat ini digunakan secara masif oleh masyarakat sebagai kemasan pembungkus makanan dan minuman. Hal tersebut dikarenakan material plastik memiliki banyak kelebihan seperti murah, mudah didapatkan, tahan air, dan mudah diproduksi. Permintaan plastik di seluruh dunia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan pasar (Palizi dan Daryan, 2018). Penggunaan plastik di dunia sebagai kemasan makanan atau minuman paling mendominasi dari produksi plastik mencapai 60% dan sisanya digunakan sebagai produk rumah tangga, kosmetik, dan lain sebagainya (European Commission, 2018). Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki pengguna plastik terbanyak mencapai 64 jt ton/pertahun (Data Asosiasi Industri Plastik, 2019). Salah satu kemasan plastik yang saat ini terus digunakan oleh masyarakat adalah *styrofoam*.

Penggunaan *styrofoam* secara terus menerus memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia dan tidak ramah lingkungan. Material tersebut memiliki kandungan *styrene* yang merupakan bahan karsinogen penyebab kanker dan apabila dibuang sembarangan limbahnya sangat sulit terurai oleh alam (Rahmatunisa, 2015). Perlu adanya bahan pengganti *styrofoam* untuk dijadikan kemasan yang lebih ramah lingkungan dan aman bagi manusia. Salah satu material yang saat ini terus dikembangkan sebagai bahan pengganti *styrofoam* adalah *biofoam*. Material tersebut didesain memiliki karakteristik yang sama dengan *styrofoam*, namun dinilai lebih aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan karena terbuat biopolimer berupa pati, selulosa dari serat alam, dan beberapa bahan aditif (Setiarto, 2020; Fauzan, 2020; Rahmatunisa, 2015; Iriani, 2013).

Biopolimer seperti pati merupakan bahan alam yang potensial untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan *biofoam*. Bahan tersebut memiliki kemampuan mengembang yang baik ketika dipanaskan dan mudah dimodifikasi kedalam berbagai bentuk, sehingga mampu memberikan struktur pada *biofoam* (Fauzan, 2020). Bahan alam yang dapat dijadikan sebagai sumber pati adalah singkong dengan kandungan pati mencapai 90-92% dan memiliki kadar protein, lemak, dan amilosa yang rendah diantara sumber pati lainnya (Padmaja dan Moorthy, 2002; Breuninger dkk., 2009; Iriani, 2013). Namun material tersebut sangat rapuh, sehingga perlu adanya bahan tambahan untuk memperkuat struktur material, agar memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik. Bahan tambahan tersebut dapat berupa selulosa, *plastizer*, atau bahan tambahan lainnya yang dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan (Debiagi dkk., 2011; Fauzan, 2020). Bahan selulosa banyak digunakan dalam pembuatan *biofoam*, karena merupakan bahan yang melimpah di alam. Salah satunya adalah batang jagung dengan kandungan selulosa mencapai 90% (Hauw, 2017).

Penelitian terkait pembuatan *biofoam* dengan memanfaatkan pati singkong dan selulosa batang jagung, pernah dilaporkan oleh Sumardiono dkk (2021) dengan menambahkan polimer pemlastis berupa Polivinil Alkohol (PVA). Penelitian tersebut masih terdapat kekurangan seperti permukaan yang tidak rata, granula pati yang masih utuh (tidak tercampur merata) sehingga tidak terintegrasi sempurna, dan tidak didesain sebagai kemasan antibakteri. Kekurangan tersebut, mendorong peneliti untuk mengembangkan lebih lanjut terkait pembuatan *biofoam* berbasis tepung tapioka dan selulosa batang jagung seperti sifat antibakteri pada produk yang dihasilkan. Kemasan yang memiliki sifat antibakteri yang baik sangat diperlukan untuk menjaga higienitas makanan didalamnya. Hal tersebut, dapat meningkatkan kualitas produk serta menyediakan kemasan yang sehat bagi masyarakat. Salah satu material yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk memberikan sifat antibakteri pada *biofoam* adalah ion  $Ag^+$  (Guo dkk., 2013).

Desain material dalam bentuk nano seperti ion  $Ag^+$  dapat membuat luas permukaan semakin tinggi, sehingga akan memberikan sifat baru yang sangat berbeda bila dibandingkan dalam bentuk mikro. Salah satunya adalah efek antibakteri. Ukuran partikel  $Ag^+$  semakin kecil seperti dalam bentuk ion, akan membuat efek antibakteri semakin tinggi (Prabhu dan Poulouse, 2012; Guzmán dkk., 2009). Mekanisme ion  $Ag^+$  merusak sel bakteri yaitu dengan berikatan dengan membran sel bakteri dan merusak membran plasma. Ketidakmampuan sel dalam menetralkan ion  $Ag^+$  membuat kerusakan struktur pada membran sel dan menghilangkan kemampuan enzim bakteri untuk bermetabolis oksigen. Bagian sel bakteri lain yang dapat

menjadi serangan ion  $Ag^+$  adalah DNA bakteri. Ion tersebut dapat berdifusi dan berikatan dengan DNA bakteri, karena senyawa tersebut mengandung muatan negatif. Hal ini membuat DNA mampu menarik ion  $Ag^+$  untuk berikatan. Hadirnya ion  $Ag^+$  pada DNA bakteri, membuat bakteri gagal bereplikasi dan transkripsi, sehingga menyebabkan kematian sel pada bakteri (Prabhu dan Poulouse, 2012; Guo dkk., 2013). Kelebihan lain yang membuat ion  $Ag^+$  sangat menarik perhatian untuk dijadikan sebagai pelapis *biofoam* adalah bahan tersebut tidak sensitif dan tidak toksik pada kulit manusia bila digunakan. Selain kelebihan tersebut, ion  $Ag^+$  juga sangat mudah untuk didapatkan seperti metode elektrolisis. Metode tersebut merupakan salah satu metode produksi ion  $Ag^+$  yang sangat murah karena hanya memanfaatkan tegangan listrik untuk memperoleh Ion  $Ag^+$  dalam bentuk larutan (Berger dkk., 1976).

Berdasarkan potensi yang telah disebutkan, peneliti tertarik untuk memanfaatkan ion  $Ag^+$  untuk dijadikan bahan antibakteri pada produk kemasan *biofoam*. Pada penelitian ini akan dilihat bagaimana pengaruh penambahan ion  $Ag^+$  terhadap gugus fungsi dan kualitas fisik *biofoam* yang dihasilkan. Informasi terkait profil *biofoam* pada penelitian ini, diharapkan mampu menjadi kemasan yang ramah lingkungan masa depan dan higienis karena memiliki sifat antibakteri dari pelapisan ion  $Ag^+$ .

## Metode Penelitian

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu : Tepung tapioka (komersil), PVA, batang AgBr, akuades, etanol, nutrisi agar, nutrient broth, NaOH 99%,  $H_2O_2$  50%, bakteri *Escherichia coli* (gram negatif), *Bacillus* sp (gram positif), serta *Chloramphenicol*. Kemudian, alat-alat yang digunakan yaitu: oven, kertas saring, cawan petri, neraca, *blender*, *hotplate*, *magnetic stirrer*, gelas ukur, cetakan *biofoam*, *beaker glass*, Ose bulat, Is10 FT-IR, penggaris, serta *mesh* 500, *Power Supply*, TDS Meter.

### Prosedur Penelitian

#### Isolasi Selulosa Batang Jagung

Selulosa batang jagung diperoleh mengacu dari penelitian (Sumardiono dkk, 2021), dengan menghaluskan batang jagung sampai ukuran 200 *mesh*. Kemudian, dimasak dengan NaOH 15% pada suhu 100 ° C dengan perbandingan antara larutan dan serbuk batang jagung adalah 1:12 (b/v). Endapan hasil pemasakan kemudian dicuci dengan akuades sampai terbebas dari larutan NaOH. Lalu, dilanjutkan dengan proses *bleaching* yaitu dengan menambahkan  $H_2O_2$  10% dan dipanaskan pada suhu pemasakan 100 ° C selama 2 jam. Endapan hasil *bleaching* dicuci sampai pH netral dan dikeringkan pada suhu ruangan.

#### Pembuatan Larutan Ion $Ag^+$ dari Batang AgBr dengan Metode Elektrolisis

Pembuatan larutan ion  $Ag^+$  dilakukan menggunakan metode elektrolisis merujuk pada penelitian Palupi dan Suparno (2020), dengan menggunakan dua batang AgBr sebagai elektrode. Jarak antara katode dan anode sejauh 1 cm dalam akuades 400 mL. Elektrolisis dilakukan dengan mengalirkan listrik dengan tegangan sebesar 15 volt yang dibangkitkan dengan menggunakan *power supply*. Setiap 10 menit dilakukan pembersihan dan pengamplasan elektrode, dan diukur konsentrasi larutan ion  $Ag^+$  menggunakan TDS meter Sampai mendapatkan konsentrasi 12, 17, 22 dan 27 ppm.

#### Pencetakan Sampel Biofoam

Pencetakan dilakukan menggunakan metode *thermopressing* merujuk penelitian dari Hendrawati dkk. (2020). Sampel dibuat sebanyak 4 variasi dengan komposisi berdasarkan Tabel 1. Pencetakan *biofoam* dilakukan dengan 3 tahapan. Pertama pati tapioka, selulosa batang jagung, dan polivinil alkohol dicampurkan dengan

akuades dengan perbandingan 1:1 (b/v). Lalu, diaduk hingga membentuk adonan yang homogen. Kemudian, adonan dicetak dengan suhu 100 °C selama 3 menit menggunakan alat *thermopressing* hasil modifikasi *glass sealer*. Kemudian, pelapisan ion Ag<sup>+</sup> pada *biofoam* antibakteri menggunakan metode *dip coating* yaitu dengan mencelupkan *biofoam* kedalam larutan ion Ag<sup>+</sup> hasil elektrolisis selama 1 menit dan dikeringkan pada suhu ruangan selama 24 jam.

**Tabel 1.** Variasi komposisi *biofoam* antibakteri

No	Nama Sampel	Pati Tapioka (%)	Selulosa batang jagung (%)	Polivinil Alkohol (%)	Larutan Ion Ag+
1	Sampel A	48	16	36	12 ppm
2	Sampel B	48	16	36	17 ppm
3	Sampel C	48	16	36	22 ppm
4	Sampel D	48	16	36	27 pm

### 3. Karakterisasi

#### *Analisis Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*

Gugus fungsi *biofoam* dianalisis menggunakan Nicolet iS10 FT-IR *Spectrometer* pada rentang panjang gelombang 4000-500 cm<sup>-1</sup>. Interpretasi data dilakukan dengan membandingkan hasil dari analisis data karakterisasi dengan hasil penelitian-penelitian terdahulu.

#### *Uji Daya Serap Air*

Pengujian daya serap air pada sampel dilakukan dengan membentuk sampel berbentuk *pellet* 2 cm × 2 cm. Kemudian, sampel ditimbang berat awal dan direndam kedalam air selama 1 menit. Sampel hasil perendaman ditimbang kembali dan dicatat sebagai berat akhir. Setelah itu, dihitung menggunakan persamaan 1 (Etikaningrum dkk., 2016)

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat Awal}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \quad (1)$$

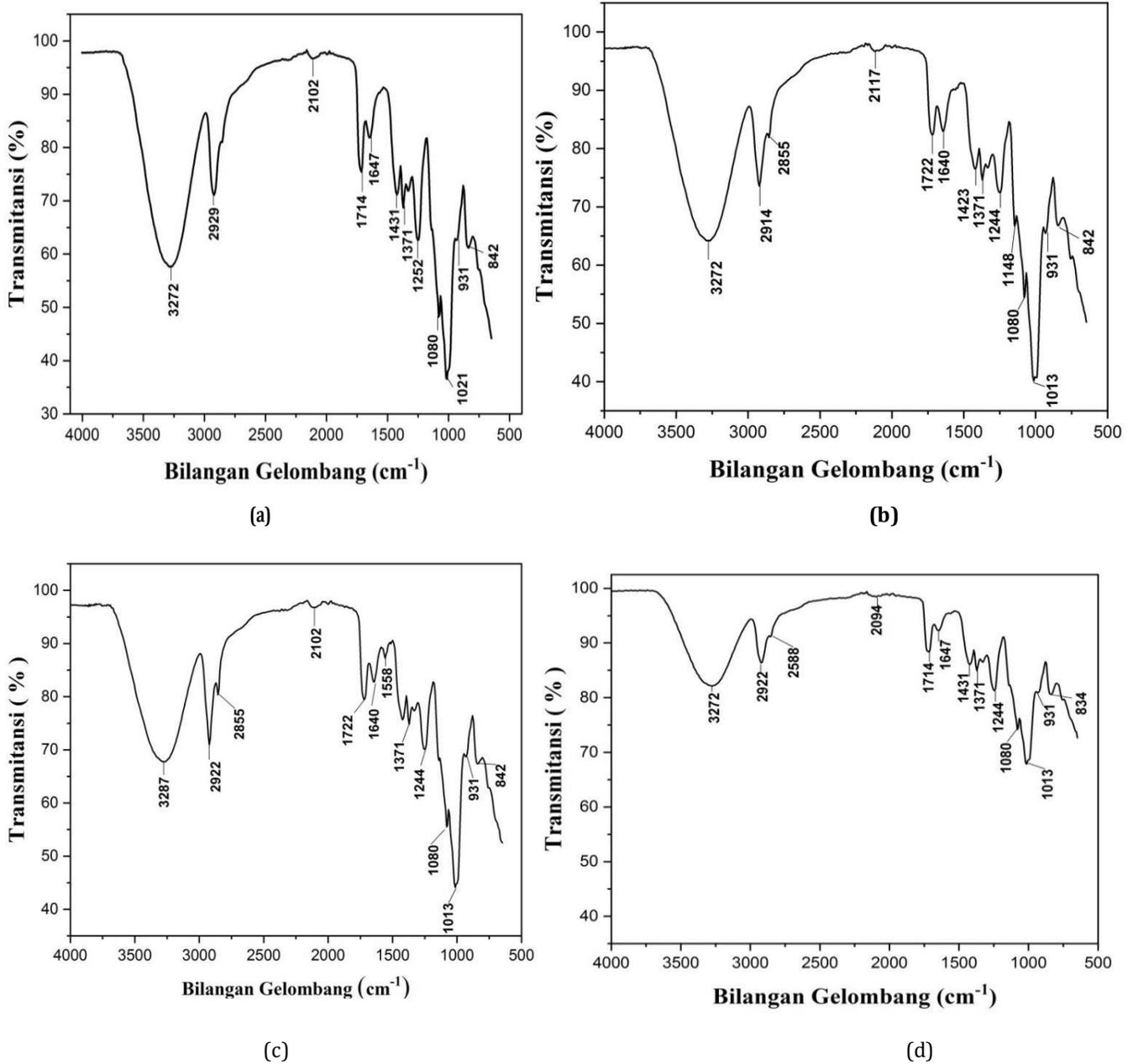
#### *Pengujian Sifat Antibakteri Sampel Biofoam*

Pengujian sampel dalam menahan pertumbuhan bakteri digunakan metode cakram (*disk diffution*), dan digunakan senyawa *Chloramphenicol* sebagai kontrol positif, dan akuades sebagai kontrol negatif. Pengujian dilakukan menggunakan Bakteri *Bacillus* sp sebagai bakteri gram positif dan *Escherichia coli* sebagai bakteri gram negatif. Seluruh preparasi sampel saat pengujian dilakukan di dalam alat *laminer airflow* untuk menjaga kualitas sampel dan biakan bakteri dari kontaminan. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk setiap sampel pada masing-masing jenis bakteri. Lalu, kemunculan zona jernih pada masing-masing sampel diukur diameternya menggunakan penggaris dan diambil nilai rata-rata untuk memperoleh data yang akurat.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### Hasil Analisis Spektrum FTIR

Karakterisasi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk pada sampel *biofoam*. Data hasil analisis tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan diinterpretasikan pada Tabel 2.



**Gambar 1. (a) Sampel A (b) Sampel B (c) Sampel C (d) Sampel D**

Berdasarkan hasil interpretasi spektrum IR bahan utama pati dicirikan dengan adanya pita serapan pada keempat sampel di rentang bilangan gelombang  $3276-3287\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan *O-H stretching*,  $2914-2929\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan *C-H stretching*, dan  $1080\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan *C-O-C stretching*. Selanjutnya, keberadaan pati juga dicirikan dengan gugus O-H yang berikatan dengan C-O *bending* di area bilangan gelombang  $1647\text{ cm}^{-1}$  (Kumar dkk., 2013; Abdullah dkk., 2018). Bahan utama berikutnya berupa selulosa yang berasal dari batang jagung. Karakteristik selulosa pada sampel *biofoam* dicirikan dengan adanya pita serapan pada bilangan gelombang  $3272-3287\text{ cm}^{-1}$ ,  $2914-2855\text{ cm}^{-1}$ ,  $1640-1647\text{ cm}^{-1}$ ,  $1423-1431\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1244-1252\text{ cm}^{-1}$  yang diduga sebagai gugus fungsi *O-H stretching*, *C-H stretching*, *C=O*, *C=C stretching* dan *O-H bending*, *CH<sub>2</sub> bending*, *C-O stretching*. Kemunculan gugus *C=C stretching* yang diduga berasal dari senyawa lignin masih muncul disebabkan kurang baiknya proses *bleaching* pada saat isolasi selulosa dari batang jagung (Aditama dkk., 2017). Menurut Abraham dkk (2011), proses *bleaching* setelah proses perlakuan alkali (NaOH) pada isolasi selulosa ditujukan untuk menghilangkan senyawa lignin dengan memutuskan ikatan rangkap pada cincin benzene. Namun, senyawa tersebut masih muncul pada sampel *biofoam* dengan keberadaan gugus *C=C*. Menurut Aditama dkk (2017) perlu adanya perlakuan lebih lanjut seperti hidrolisis untuk mendapatkan senyawa selulosa yang lebih murni. Kemudian, gugus -OH deformasi di area  $1640-1647\text{ cm}^{-1}$  dengan tipe vibrasi *bending* muncul di area bilangan gelombang pada sampel diindikasikan berasal dari serapan air pada selulosa (Łojewska dkk., 2005). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aditama dkk (2017), gugus tersebut juga dapat berasal dari  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan NaOH yang terdisosiasi pada saat preparasi selulosa.

Hasil analisis dari bahan aditif berupa polimer pengikat Polivinil Alkohol (PVA) pada sampel *biofoam* diindikasikan oleh gugus fungsi *O-H stretching*, *C-H stretching*, *C=O stretching*, *CH<sub>2</sub> bending*, *C-H bending* di area bilangan gelombang berturut-turut  $3276-3287\text{ cm}^{-1}$ ,  $2914-2855\text{ cm}^{-1}$ ,  $1423-1431\text{ cm}^{-1}$ ,  $1371\text{ cm}^{-1}$  (Râpă dkk., 2014). Lalu, bahan aditif berikutnya berupa ion  $\text{Ag}^+$  yang dilapiskan pada sampel *biofoam* melalui proses *dip coating* diindikasikan dengan semakin berkurangnya absorbansi di puncak pita serapan *O-H stretching* dan *N-H bending* di area bilangan gelombang  $3276-3287\text{ cm}^{-1}$  dan  $1640-1647\text{ cm}^{-1}$  sebagai *caping agent* dari ion  $\text{Ag}^+$  dalam *biofoam*. Hal tersebut dibuktikan dengan semakin meningkatnya nilai transmitansi pada kedua gugus tersebut seiring dengan penambahan konsentrasi larutan ion  $\text{Ag}^+$  yang digunakan saat proses pelapisan pada sampel *biofoam*. Nilai transmitansi pada gugus *O-H stretching* pada sampel A, Sampel B, Sampel C, dan Sampel D berturut-turut 57,67%, 64,20%, 67,8%, dan 82,14%. Kemudian, pada gugus *N-H bending* dengan nilai transmitansi pada Sampel A, Sampel B, Sampel C, dan Sampel D berturut-turut 81,82%, 82,98%, 82,82%, dan 92,52%. Jika dilihat dari nilai tersebut, gugus *N-H bending* memiliki nilai transmitansi cenderung naik seperti pada gugus *O-H stretching*. Menurut Maragoni (2012), perubahan posisi pada puncak *O-H* dan *N-H* tersebut akibat proses reduksi ion  $\text{Ag}^+$ . Tingginya afinitas gugus *O-H* dan *N-H* karena besarnya keelektronegatifan pada atom O dan N membuat ion  $\text{Ag}^+$  mampu terikat dengan baik pada gugus tersebut. Hal ini dapat membentuk ikatan baru pada *biofoam* dan mereduksi jumlah gugus-gugus tersebut (Mobiliu, 2018; Nate dkk., 2018). Menurut Prihatinningtyas dan Effendi (2018), gugus *N-H bending* merupakan gugus penyusun protein yang berasal dari bahan baku pati tapioka yang digunakan.

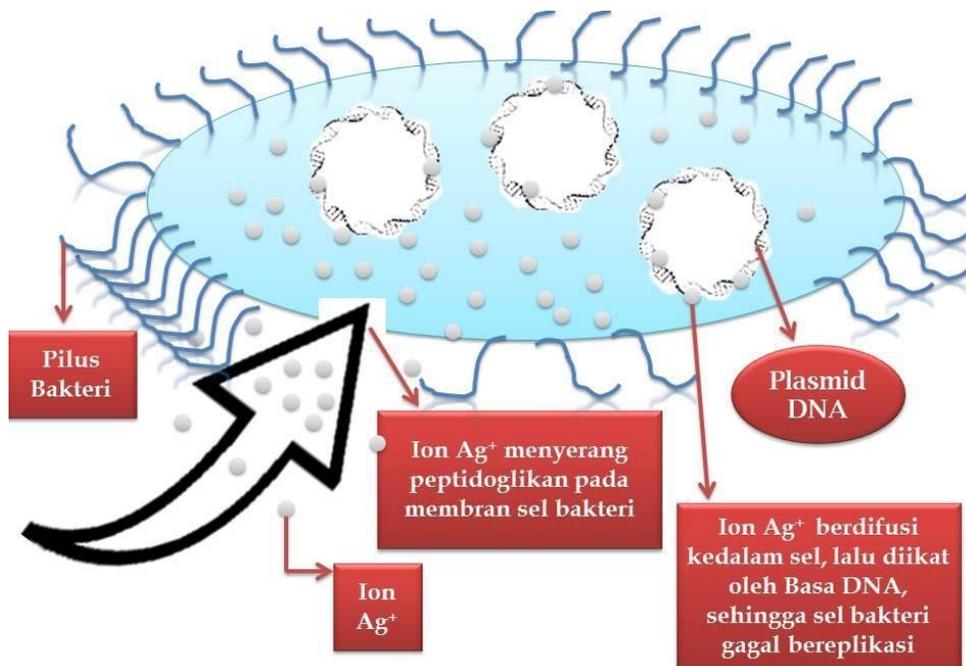
**Tabel.2** Data Interpretasi Gugus Fungsi Sampel *Biofoam*

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi (cm <sup>-1</sup> )
3276- 3287	O-H <i>Stretching</i>
2914-2855	C-H <i>Stretching</i>
2094-2117	C≡C <i>Stretching</i>
1714-1722	C=O <i>Stretching</i>
	C=C <i>Stretching</i> ;
1640-1647	O-H <i>Bending</i> (Deformasi); N-H <i>bending</i>
1423-1431	CH <sub>2</sub> <i>Bending</i>
1371	C-H <i>Bending</i>
1012-1252	C-O <i>Stretching</i>
931- 834	C-H deformasi

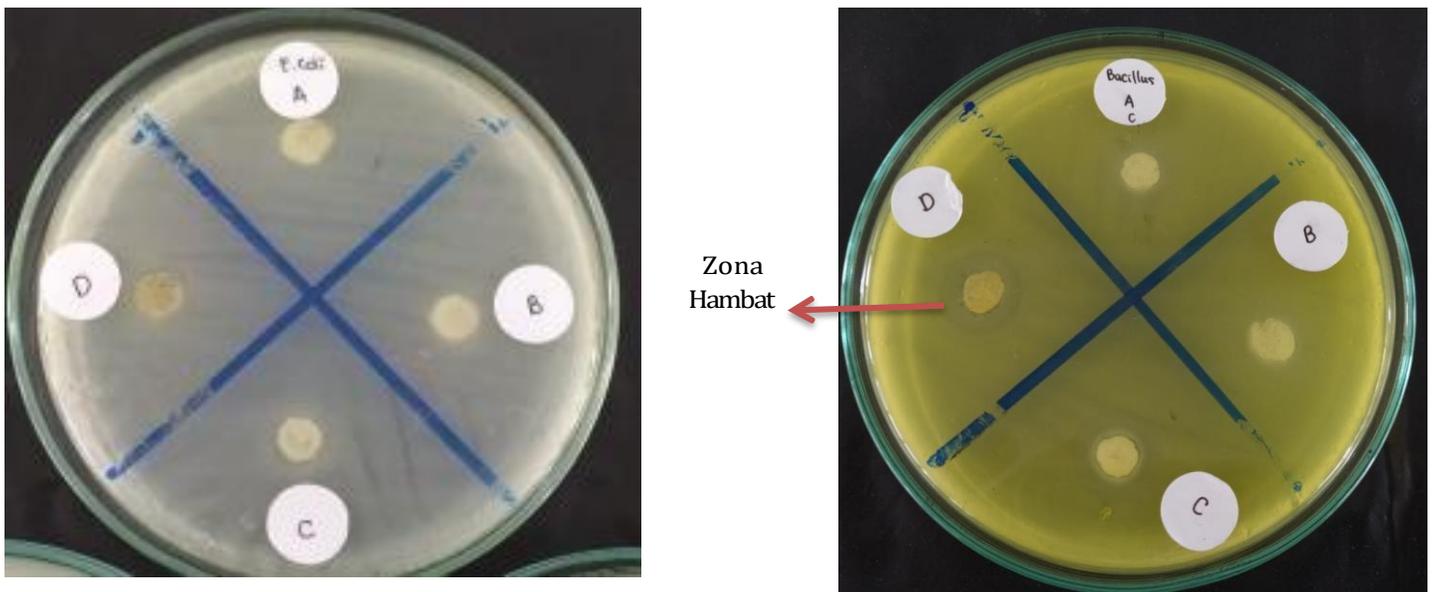
### ***Pengujian Antibakteri***

Hasil pengujian sifat antibakteri *biofoam* yang diujikan pada bakteri *Escherichia coli* sebagai bakteri gram negatif dan *Bacillus* sp sebagai bakteri gram positif ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 3. Berdasarkan hasil pengujian antibakteri, aktivitas zona hambat bakteri hanya muncul pada bakteri *Bacillus* sp yang memiliki nilai zona hambat bakteri yang cukup lemah. Menurut Elgayyar dkk (2001), aktivitas zona hambat tersebut tergolong lemah karena memiliki diameter zona hambat dibawah 8 mm. Diameter tersebut semakin besar seiring dengan bertambahnya konsentrasi Ag<sup>+</sup> yang ditambahkan kedalam *biofoam*. Hal ini selaras dengan pernyataan Guo dkk (2013). Mereka mengatakan bahwa semakin banyak konsentrasi ion Ag<sup>+</sup> yang ditambahkan, maka semakin banyak pula ion Ag<sup>+</sup> yang menempel pada membran sel bakteri. Hal ini disebabkan oleh adanya senyawa peptidoglikan yang terkandung di sepanjang membran tersebut. Peptidoglikan adalah senyawa yang bermuatan negatif karena mengandung gugus thiol (-SH) yang mampu menarik ion Ag<sup>+</sup>. Senyawa ini terletak di reseptor dan enzim pada membran sel bakteri. Keberadaan ion Ag<sup>+</sup> pada sel bakteri membuat kerusakan pada struktur peptidoglikan dan melemahkan kemampuan enzim metabolis oksigen dari bakteri tersebut.

Bagian struktur bakteri yang dapat menjadi sasaran ion Ag<sup>+</sup> dalam merusak pertumbuhan bakteri adalah DNA bakteri. Ion Ag<sup>+</sup> dapat berikatan dengan Basa DNA bakteri karena memiliki nilai muatan yang negatif, sehingga ion Ag<sup>+</sup> dengan mudah berdifusi dan berikatan dengan senyawa tersebut. Akibatnya, terhambatnya replikasi dan transkripsi DNA bakteri. Ilustrasi terkait mekanisme ion Ag<sup>+</sup> merusak sel bakteri dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil berbeda didapatkan ketika sampel *biofoam* diujikan pada bakteri *Escherichia coli*. Berdasarkan hasil pengujian, aktivitas zona hambat tidak muncul selama 3 kali proses pengulangan pengujian. Hal tersebut disebabkan jumlah peptidoglikan pada membran sel bakteri tersebut lebih sedikit. Sedikitnya kandungan senyawa peptidoglikan menyebabkan kemampuan daya ikat ion Ag<sup>+</sup> pada bakteri menurun, sehingga sedikit sekali ion Ag<sup>+</sup> yang berdifusi ke dalam sel. Hasil tersebut, selaras dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahyudi dkk (2011) dan Purnamasari dan Wijayati (2016), mereka mengatakan bahwa pengujian aktivitas ion Ag<sup>+</sup> pada bakteri gram positif 30% lebih luas zona hambatnya dari pada bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli*.



**Gambar 2.** Mekanisme Ion Ag<sup>+</sup> merusak sel bakteri



**Gambar 3.** Hasil Pengujian *Biofoam* pada (a) Bakteri *Escherichia coli* (b) Bakteri *Bacillus* sp

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Antibakteri pada *Biofoam*

Nama Sampel	Diameter Daya Hambat (mm)	
	<i>Bacillus</i> sp	<i>Escherichia coli</i>
Sampel A	1,88	0
Sampel B	2,88	0
Sampel C	5,55	0
Sampel D	7,44	0

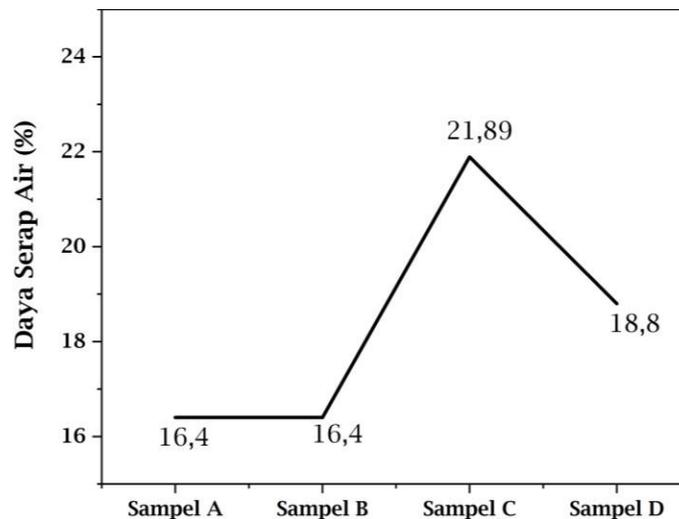
### ***Pengujian Daya Serap Air***

Hasil pengujian daya serap pada sampel *biofoam* ditampilkan pada Tabel 4 dan dihitung menggunakan persamaan 1 sehingga diperoleh nilai daya serap seperti Gambar 4. Sampel *biofoam* yang telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) memiliki daya serap air di bawah 26%. Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa pengujian daya serap air *biofoam* terlihat cenderung tetap pada keempat sampel dengan nilai rata-rata 18,37%. Hal ini mengindikasikan bahwa sampel *biofoam* pada penelitian ini sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan. Seiring penambahan konsentrasi ion  $Ag^+$  yang ditambahkan ke dalam sampel *biofoam* tidak mempengaruhi nilai daya serap air yang dihasilkan.

Hasil pengujian daya serap air pada sampel *biofoam* tersebut memiliki nilai yang lebih baik dari penelitian Akmal dan Supriyo (2020) dengan daya serap air yang mereka dapatkan sebesar 26,30%. Kemudian, hasil pengujian tersebut memiliki nilai daya serap air hampir sama dengan pengujian daya serap air yang dilakukan Ruscahyani dkk (2021) yaitu sebesar 18,67%.

**Tabel 4.** Pengujian Daya Serap Air

Nama Sampel	Perhitungan Berat <i>Biofoam</i>	
	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)
Sampel A	0.341	0.397
Sampel B	0.353	0.411
Sampel C	0.338	0.412
Sampel D	0.319	0.379



**Gambar 4.** Hasil Pengujian Daya Serap Air *Biofoam*

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan data interpretasi spektrum IR, pergeseran gugus N-H *bending* dan O-H *stretching* menjadi ciri khusus bahwa ion  $Ag^+$  menempel dengan baik pada sampel *biofoam*. Keberadaan ion tersebut efektif dalam memberikan sifat antibakteri dicirikan dengan kemunculan zona hambat pada bakteri *Bacillus* sp dengan diameter zona hambat keempat sampel berturut turut 1,88 mm, 2,88 mm, 5,55 mm, dan 7,44 mm. Berdasarkan hasil tersebut, semakin bertambahnya konsentrasi ion  $Ag^+$  yang dilapiskan pada sampel *biofoam* membuat diameter zona hambat pengujian bakteri *Bacillus* sp semakin luas. Namun, hasil berbeda diperoleh dari pengujian bakteri *Escherichia coli* sebagai bakteri gram negatif dengan tidak munculnya diameter zona hambat. Kemudian, penambahan konsentrasi ion  $Ag^+$  tidak berpengaruh terhadap hasil pengujian daya serap air pada *biofoam* dengan nilai pengujian cenderung tetap yaitu 18,37%.

## Ucapan Terimakasih

Kami ucapkan terimakasih kepada Kepala Laboratorium Material dan Staf Laboran Material Jurusan Fisika Universitas Negeri Lampung yang telah menyediakan alat penelitian, sehingga penelitian ini selesai dilakukan.

## Keterlibatan Penulis

GHW, SS bertugas menganalisis data, menyusun manuskrip, dan membuat ide gagasan. PG bertugas membantu menganalisis data. SS (Syafriadi), PK, dan AR bertugas sebagai supervisor lapangan dan penulisan.

## Daftar Pustaka

- Abdullah, A. H.D., Chalimah, S., Primadona, I., dan Hanantyo, M. H. G. 2018. Physical and chemical properties of corn , cassava , and potato starchs. in. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 160 (2018) 012003*. doi: 10.1088/1755-1315/160/1/012003.
- Aditama, A.G., Farid, M. dan Ardhyanta, H. 2017. Isolasi Selulosa dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara: Analisis FTIR. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2), 228–231. doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24098.
- Akmala, A. dan Supriyo, E. 2020. Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan Tepung Singkong. *Pentana: Jurnal Penelitian Terapan*. 01(1), 27–40. Available at: <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/pentana/article/view/11597>.
- Berger, T. J., Spadaro, J.A., Chapin, S.E., dan Becker, R.O. 1976. Electrically generated silver ions: quantitative effects on bacterial and mammalian cells. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 9(2), 357–358. doi: 10.1128/AAC.9.2.357.
- Breuninger, W. F., Piyachomkwan, K. dan Sriroth, K. 2009. Tapioca/Cassava Starch: Production and Use ..*Third Edit. Elsevier Inc*. doi: 10.1016/B978-0-12-746275-2.00012-4.
- Cahyaningsih, D., Dahliaty, A. dan Linggawati, A. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Membran Bionanokomposit Selulosa Bakteri-ag sebagai Membran Antibakteri. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*. 2(1), 222–231.
- Cornilsen, B. C. 2003. *Solid-State Chemistry. Dalam R. A. Meyers*. Cambridge: Encyclopedia of Physical Science and Technology. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.06.034>.
- Data Asosiasi Industri Plastik. 2019. *Penggunaan Sampah Plastik di Indonesia per Tahun*. Available at: <https://indonesia.go.id/narasi/indonesia-dalam-angka/sosial/menenggelamkan-pembuang-sampah-plastik-di-laut>.
- Debiagi, F., Mali, S., Grossmann, M. V. E., dan Yamashita, F. 2011. Biodegradable foams based on starch, polyvinyl alcohol, chitosan and sugarcane fibers obtained by extrusion. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 54(5), 1043–1052. doi: 10.1590/S1516-89132011000500023.
- Elgayyar, M., Draughon, F.A., Golden, D.A., dan Mount . J. R. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *Journal of Food Protection*, 64(7), 1019–1024. doi: 10.4315/0362-028X-64.7.1019.
- Etikaningrum., Hermanianto, J., Iriani, E.S., Syarif, R., dan Permana, A. W. 2016. Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit Pada Sifat Fungsional Biodegradable Foam. 13(3), 146–155.
- European Commission 2018. EC European Commission. *Directive 2018/851 of the European Parliament and of the council of 30 May 2018 amending directive 2008/98*. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2014:015:FULL&from=EN>.
- Fauzan, F. 2020. *Karakteristik biodegradable foam berbahan dasar pati biji alpukat, serat ijuk aren dan kitosan*. UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Available at: <http://digilib.uinsgd.ac.id/id/eprint/28614>.
- Gharibshahi, L., Saion, E., Gharibshahi , E., Shaari, A.H., dan Matori, K.A. 2017. Structural and optical properties of ag nanoparticles synthesized by thermal treatment method. *Materials*. 10(4), 402. doi: 10.3390/ma10040402.
- Guo, L., Yuan, W., Lu, Z., dan Li, C.M. 2013. Polymer/nanosilver composite coatings for antibacterial applications. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. Elsevier B.V. 439, 69–83.
- Wijaya, GH., Sutiarno, S., Karokaro, P., Syafridi, S., Ginting P., Riyanto, A., 2021. Biofam anti Bakteri. Vol 7 (2), 2021  [agus.riyanto@fmipa.unila.ac.id](mailto:agus.riyanto@fmipa.unila.ac.id)

doi: 10.1016/j.colsurfa.2012.12.029.

- Guzmán, M.G., Dille, J. dan Godet, S. 2009. Synthesis of Silver Nanoparticles By Chemical Reduction Method and Their Antifungal Activity. *International Research Journal of Pharmacy*. 2(3), 104–111. doi: 10.7897/2230-8407.041024.
- Hauw, A. R. 2017. *Pengaruh Pretreatment Inokulum Em4, Suhu, Waktu dan Tekanan Terhadap Fermentasi Kelobot Jagung (Zea Mays L.)*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Available at: <http://ejournal.uajy.ac.id/id/eprint/12969>.
- Hendrawati, N., Wibowo, A. A. dan Chrisnandari, R. D. 2020. Biodegradable Foam dari Pati Sagu Terasitilasi dengan Penambahan Blowing Agent NaHCO<sub>3</sub>. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 4(2), 186. doi: 10.33795/jtkl.v4i2.168.
- Iriani .2013. *Pengembangan produk biodegradable foam berbahan baku campuran tapioka dan ampok*, Library of IPB University. Library of IPB University. doi: 10.1016/j.jpowsour.2019.05.015.
- Kumar, R., Arun, S. dan Singh, K. 2013. Optimization of Reaction Conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Corn Cob Agricultural Waste. 129–137. doi: 10.1007/s12649-012-9123-9.
- Lojewska, J., Miskowiec, P., Lojewska, T., dan Proniewicz, L.M. 2005. Cellulose oxidative and hydrolytic degradation: In situ FTIR approach. *Journal Polymer Degradation and Stability*. 88(3), 512–520. doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2004.12.012.
- Mobiliu, R. N. 2018. *Pengaruh Konsentrasi Ag Pada Komposit Lapisan Tipis Kitosan / AgNPs Terhadap Sifat Antimikroba*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nate, Z., Moloto, M.J., Mubiayi, P.K., dan Sibiyi, P. N. 2018. Green synthesis of chitosan capped silver nanoparticles and their antimicrobial activity Zondi. *MRS Advances*. 2(62), 3865–3872. doi: 10.1557/adv.2018.3.
- Padmaja, G. dan Moorthy, S. N. 2002. A rapid titrimetric method for the determination of starch content of cassava tubers. *Journal of Root Crops*. 28(1), 30–37.
- Palizi, S. dan Daryan, A. S. 2018. Developing the plastic analysis theory for braced rammes and optimization using a genetic to predict the collapse of steel braced frames. 2018–2021. doi: 10.22060/CEEJ.2018.15001.5819.
- Palupi, S. K. I. dan Suparno, S. 2020. Ionic Silver Nanoparticles (Ag<sup>+</sup>) Sebagai Bahan Antibiotik Alternatif Untuk Salmonella Typhymurium. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 10(01), 8. doi: 10.13057/ijap.v10i01.34407.
- Prabhu, S. dan Poulouse, E. K. 2012. Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial', *Int. Nano Letters*. 2, 32–41.
- Prihatinningtyas, E. dan Effendi, A. J. 2018. Karakterisasi Ekstrak Tapioka dan Tapioka Ionik sebagai Biokoagulan dalam Proses Pengolahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(2), 165. doi: 10.29122/jtl.v19i2.2041.
- Purnamasari, M. D. dan Wijayati, N. 2016. MICROWAVE Info Artikel. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 5(2).
- Rahmatunisa. 2015. *Pengaruh Penambahan Nanopartikel Zno Dan Etilen Glikol Pada Sifat Fungsional Kemasan Biodegradable Foam Dari Tapioka Dan Ampok Jagung*. IPB University. doi: 10.32672/jse.v4i2.1424.

- Rapa, M., Grosu, E., Stoica, P., Andreica, M., dan Hetvary, M. 2014. Polyvinyl alcohol and starch blends : properties and biodegradation behavior. *ECOTERRA -Journal of Environmental Research and Protection*, 11(1), 34–42.
- Ruscahyani, Y., Oktorina, S. dan Hakim, A. 2021. Pemanfaatan Kulit Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodegradable Foam. *Jurnal Teknologi Technoscientia* . 14(1), 25–30.
- Sumardiono, S., Pudjihastuti, I. dan Amalia, R. 2021. Kajian Sifat Morfologi dan Mekanis Biofoam dari Tepung Tapioka dan Serat Limbah Batang Jagung. *Metana*. 17(1), 22–26. Available at: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/metana/article/view/37911>.
- Wahyudi, T., Sugiyana, D. dan Helmy, Q. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri E. Coli Dan S. Aureus. *Arena Tekstil*. 26(1). doi: 10.31266/at.v26i1.1442.