

**PEMANFAATAN NANOSILVER SEBAGAI ANTIBAKTERI DALAM SEDIAAN
FARMASI KRIM PELEMBAB MATA**

**UTILIZATION OF NANOSILVER AS ANTIBACTERIAL SUBSTANCE IN
PHARMACEUTICAL PREPARATION OF MOISTURIZING EYES CREAM**

Khimayaturrosyida Arfi* dan Titik Taufikurohmah

Departement of Chemistry, Faculty of Matematics and Natural Sciences

State University of Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (6023), telp 031-8298761

*Corresponding author, e-mail: mayaarfi2@gmail.com

Nanosilver merupakan partikel silver berukuran nano (1-100 nm) yang memiliki kemampuan antibakteri yang baik dan dapat diaplikasikan dalam bidang kosmetik sehingga diprediksi mampu menjadi antibakteri maupun kandidat zat pengawet dalam sediaan krim pelembab mata yang bersifat biocompatible. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik fisika dari hasil sintesis nanosilver 20 ppm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan TEM serta mengetahui aktivitas antibakterinya dalam sediaan krim pelembab mata. Variasi penambahan nanosilver 20 ppm ke dalam sediaan krim pelembab mata yaitu 10%, 15% dan 20%. Hasil karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yaitu nanosilver 20 ppm tetap stabil dalam rentang ukuran nanometer selama waktu simpan 2 bulan dengan ukuran cluster pada hari ke 0, 30 dan 60 secara berturut-turut 16,62 nm; 16,69 nm; 16,78 nm. Hasil karakterisasi menggunakan TEM menunjukkan nanosilver 20 ppm berukuran nanometer. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram dan menggunakan bakteri uji Staphylococcus aureus. Hasil pengujian aktivitas antibakteri nanosilver 20 ppm dengan kadar 10%, 15% dan 20% dalam sediaan krim pelembab mata menghasilkan zona bening secara berturut-turut yaitu 11,05 mm, 16,57 mm dan 19,38 mm dengan kategori respon hambat bakteri kuat. Nilai KHM (Konsentrasi hambat minimum) nanosilver 20 ppm dalam sediaan krim pelembab mata pada penelitian ini adalah 10%.

Kata Kunci: Nanosilver 20 ppm, Karakterisasi, Sediaan farmasi krim pelembab mata, Bakteri Staphylococcus aureus.

Nanosilver is a nano-sized silver particles (1-100 nm) which has a good antibacterial capabilities and can be applied in the field of cosmetics which is predicted to become a candidate antibacterial and preservative in cream moisturizing eye that is biocompatible. The purpose of this research is to determine the physical characteristics of synthesis product of nanosilver 20 ppm using a UV-Vis spectrophotometer and TEM and determine antibacterial activity in moisturizing eyes cream. Variations addition of nanosilver 20 ppm in moisturizing eyes cream is 10%, 15% and 20%. The results of characterization using UV-Vis Spectrophotometer is nanosilver 20 ppm remain stable in the nanometer size range for storage time of 2 months with the cluster size on days 0, 30 and 60 consecutively is 16.62 nm; 16.69 nm; 16.78 nm. The results of characterization using TEM shows nanosilver 20 ppm has nanometer-sized. Antibacterial activity test carried out by disc diffusion method and using test bacteria Staphylococcus aureus. Results of testing the antibacterial activity of the nanosilver20 ppm with concentration 10%, 15% and 20% in the moisturizing eyes cream are clear zone that are formed consecutively is 11.05 mm, 16.57 mm and 19.38 mm with a strong bacterial inhibitory response categories. MIC (minimum inhibitory concentration) of nanosilver 20 in moisturizing eyes cream in this research was 10%.

Keywords: Nanosilver 20 ppm, Characterization, Pharmaceutical preparations moisturizing eye cream, Staphylococcus aureus bacteria.

PENDAHULUAN

Krim pelembab mata merupakan krim khusus yang digunakan di area sekitar mata dan berfungsi untuk mengencangkan area pada bawah mata yang sangat sensitif terhadap kelelahan fisik maupun mental sehingga dapat mengurangi kerutan dan mata panda atau *dark circles (DC)* [1]. Krim pelembab mata harus mampu bertahan dari adanya kontaminasi mikroorganisme yang disebabkan oleh pengotor bahan baku dan adanya terkontaminasi selama penggunaan [2]. Kandungan protein, asam amino, asam organik dan lipid dalam sediaan krim dapat menjadi nutrisi bagi pertumbuhan mikroba. Kandungan air adalah kebutuhan bagi mikroorganisme untuk berkembang biak dan mencemari produk kosmetik [3]. Kondisi iklim yang hangat dan agak lembab mendukung pertumbuhan serta penggandaan mikroorganisme secara cepat sehingga produk farmasi/kosmetik yang kaya akan nutrisi dapat mengalami kontaminasi yang cukup parah [4].

Summera Rafiq, dkk (2015), menemukan beberapa bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus sp*, *Klebsiella pneumoniae*, *E.coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* pada sampel krim dan lotion [5]. Gamal, dkk (2015) juga menemukan fungi jenis khamir (*yeast*) yaitu *Candida spp.* dalam sampel krim pelembab kulit (*skin moisturizing creams*) dengan jumlah 100 cfu/gram [6]. Kontaminan mikrobiologi dapat menghasilkan endotoksin yang menyebabkan iritasi dan reaksi alergi pada kulit [2]. Kontaminasi bakteri juga dapat menyebabkan kerusakan dan perubahan sifat organoleptik krim seperti adanya perubahan warna, bau atau tekstur [7].

Paraben banyak digunakan sebagai bahan pengawet dalam kosmetik untuk mencegah adanya kontaminasi mikrobiologi dengan batas kadar maksimum 0,4% dalam bentuk tunggal dan 0,8% dalam bentuk campuran [8]. Paraben dengan jumlah berlebih dapat menyebabkan iritasi kulit bahkan dalam studi terbaru menemukan adanya paraben dalam sel kanker payudara [9]. Paraben juga

merupakan salah satu EDCs (*endocrine disrupting chemicals*) dalam kosmetik yang dapat menimbulkan dampak terhadap perubahan metabolik, misalnya penyebab obesitas yang terkait dengan penyebab sindrom metabolik, diabetes tipe 2, penyakit hati, penyakit cardiovascular dan paru, masalah psychological dan sosial, cacat reproduksi dan beberapa jenis kanker. Efek dari EDCs pada wanita akan berdampak pada janin maupun bayi nya yang masih menyusui [10].

Di sisi lain, terdapat partikel *nanosilver* yang diketahui memiliki kemampuan antibakteri yang baik dan dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari [11]. Partikel *nanosilver* diketahui mempunyai aktivitas antibakteri yang efektif karena memiliki ukuran lebih kecil yang memungkinkan melakukan kontak sangat baik dengan mikroorganisme sehingga banyak diterapkan dalam bidang pertanian, medis maupun industri. *Nanosilver* relatif tidak berbahaya jika digunakan di dalam tubuh. *Nanosilver* dapat melakukan penetrasi pada permukaan bakteri dan menyebabkan perubahan struktur bentuk dinding sel maupun membran sel. Ag juga merupakan asam lemah, yang cenderung bereaksi dengan sulfur dan fosfor dalam DNA yang merupakan basa lemah. Nanopartikel akan bereaksi dengan basa lemah tersebut dan masalah dalam replikasi DNA bakteri sehingga menimbulkan kematian sel bakteri [12].

Adanya fakta-fakta tersebut telah mendukung penelitian mengenai “Uji Aktivitas Antibakteri *Nanosilver* sebagai Kandidat Zat Pengawet dalam Sediaan Farmasi Krim Pelembab Mata”.

METODE PENELITIAN

Tahap Pembuatan dan Karakterisasi *Nanosilver* Konsentrasi 20 ppm.

Aquades 1000 mL dipanaskan dan sebelum mendidih diambil sebanyak 20 ml Ditambah 2 gram natrium sitrat, 20 ml AgNO_3 1000 ppm dan 20 ml PVP 3% Larutan dipanaskan hingga berwarna kuning stabil. *Nanosilver* 20 ppm dikarakterisasi dengan Spektrofotometer UV-Vis dan TEM.

Pengujian UV-Vis dilakukan pada hari ke-0, 30 dan 60.

Tahap Pembuatan Krim Pelembab Mata Krim tanpa Paraben

Bahan fasa A (8,5 gram Lexemul CS 20, 1,5 gram Laurex=cosmo wax, 3 cc olive oil dan 3 cc Eutanol G untuk krim tanpa paraben) (8,5 gram Lexemul CS 20, 1,5 gram Laurex=cosmo wax, 3 cc olive oil, 3 cc Eutanol G, 1 gram Metilparaben dan 0,25 gram propilparaben untuk krim dengan paraben) dipanaskan dan diaduk hingga seluruhnya mencair. Bahan fasa B yaitu 2 cc surfaktan dan ditambah dengan aquades hingga mencapai volume 100 mL lalu diaduk hingga bahan larut. Bahan fasa A dan B dicampur dan diaduk hingga dingin dan mengental atau hingga mencapai suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Bahan fasa C yaitu 0,5 gram D pantenol (provit B5), 2cc Cyclomethicone, 1 soft capsule vitamin E, 1 cc extract Cammomile, parfum dan 0,1 mL ekstrak kafein ditambahkan dan diaduk hingga semua bahan tercampur rata dan mencapai suhu ruang.

Krim mengandung paraben sebagai sampel kontrol positif. Krim tanpa paraben sebagai kontrol negatif. Krim tanpa paraben ditambah dengan *nanosilver* dengan variasi konsentrasi (%v/b) 10% ,15% dan 20% digunakan sebagai sampel NS 10%, NS 15% dan NS 20% [13].

Tahap Pengujian Aktivitas Antibakteri *Nanosilver* dalam Sediaan Krim Pelembab Mata dengan Metode Difusi Cakram (Persiapan/Preparasi Sampel dan Kertas Cakram

Krim kontrol negatif, kontrol positif, NS 10%, NS 15% dan NS 20% masing-masing diambil sebanyak 3 gram kemudian ditambah dengan 3 mL aquades (perbandingan 1:1) dan diaduk hingga homogen.

Kertas cakram yang telah disterilkan dimasukkan ke dalam masing-masing sampel krim Krim kontrol negatif, kontrol positif, NS 10%, NS 15% dan NS 20% lalu dijenuhkan selama 15 menit.

Pembuatan Media *Nutrient Agar*

2,8 gram serbuk *Nutrient Agar* dilarutkan kedalam 100 mL aquades yang telah dididihkan terlebih dahulu. Dipanaskan diatas penangas air hingga larut sempurna dan disterilisasi menggunakan autoklaf

Uji Aktivitas Antibakteri *Nanosilver* 20 ppm dalam Sediaan Krim Pelembab Mata Menggunakan Metode Difusi Cakram.

Nutrient agar dimasukkan ke dalam cawan petri sebanyak 12-15 mL dan dibiarkan hingga memadat. Dimasukkan 0,1 mL suspensi bakteri *Staphylococcus Aureus* dan diratakan menggunakan *spreader*. Dibiarkan hingga 5-10 menit hingga suspensi meresap ke dalam agar. Seluruh langkah dilakukan secara aseptis. Kertas cakram yang telah dijenuhkan dengan krim pelembab mata 10%, 15%, 20%, kontrol positif dan kontrol negatif diletakkan di atas permukaan agar. Selanjutnya seluruh cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 12--24 jam.

Zona bening (*clear zone*) yang terbentuk diukur diameternya menggunakan jangka sorong dan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Diameter zona bening} = \frac{d_{\text{terpendek}} - d_{\text{terpanjang}}}{2} - d_{\text{disk}} \quad (1)$$

Dengan d = diameter.

Konsentrasi *nanosilver* terendah yang dapat menghasilkan zona bening dinyatakan sebagai nilai KHM [14].

Teknik Analisis Data

Data karakterisasi tingkat kestabilan *nanosilver* menggunakan UV-Vis dan TEM dianalisis secara deskriptif kualitatif.

Data pengujian Aktivitas antibakteri *nanosilver* dalam sediaan krim pelembab mata akan dianalisis secara kuantitatif menggunakan program SPSS 16 Anova 1 arah untuk mengetahui signifikansi aktivitas antibakteri *nanosilver* 20 ppm antar konsentrasi (%v/b) pada sediaan krim pelembab mata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

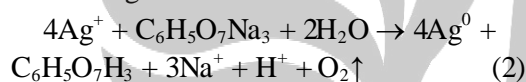
Sintesis *Nanosilver* 20 ppm dengan Metode Reduksi Kimia

Sintesis *nanosilver* 20 ppm dilakukan melalui metode *bottom up* dengan cara reduksi kimia dengan menggunakan pereduksi natrium sitrat yang mereduksi AgNO_3 . Selain itu digunakan pula stabilisator PVP. Terbentuknya partikel *nanosilver* ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning hingga kuning kehijauan. *Nanosilver* 20 ppm yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



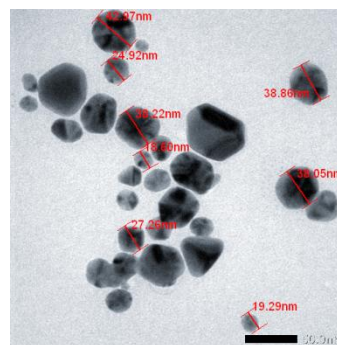
Gambar 1 . Koloid *Nanosilver* 20 ppm yang dihasilkan menggunakan metode reduksi

Reaksi sintesis *Nanosilver* 20 ppm yang terjadi adalah sebagai berikut:



Natrium sitrat berfungsi sebagai penyedia ion sitrat dalam sintesis *nanosilver*. Ion sitrat juga berperan sebagai agen pereduksi, stabilisator dan agen pengompleks [15]. PVP berfungsi sebagai stabilisator untuk mencegah adanya agregasi. Ion Ag (perak) akan berkoordinasi dengan N atau O pada PVP dan membentuk lapisan pelindung pada permukaan partikel perak. Lapisan tersebut mencegah pertumbuhan dan agregasi antar partikel *nanosilver* [16]. Timbulnya warna pada koloid *nanosilver* disebabkan karena partikel *nanosilver* sangat efisien dalam menyerap dan menyebarkan cahaya [17].

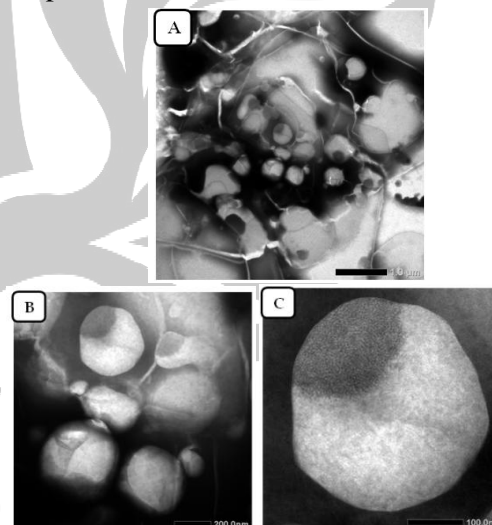
Nanosilver 20 ppm yang dihasilkan dikarakterisasi dengan TEM (*Transmission Electron Microscopy*) JEOL JEM 1400 dan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1800 pada rentang panjang gelombang 300–450 nm. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 30 dan 60.



Gambar 2. Hasil TEM *nanosilver* 20 ppm dengan perbesaran 80.000x serta keterangan ukuran diameter kluster.

Hasil TEM menunjukkan *nanosilver* 20 ppm memiliki ukuran dan bentuk kluster yang bervariasi, diantaranya *cubic*, *spherical*, *tetrahedral* dan *tube*. Hasil TEM tersebut juga menunjukkan *nanosilver* 20 ppm memiliki ukuran yang bervariasi mulai dari 16-24 nm hingga berukuran besar yaitu 38-42 nm.

Nanosilver 20 ppm selanjutnya diaplikasikan ke dalam krim pelembab mata dan dikarakterisasi dengan TEM setelah masa simpan selama 2 bulan.



Gambar 3. TEM *nanosilver* 20 ppm dalam sediaan krim pelembab mata setelah masa simpan 2 bulan dengan perbesaran (A) 5.000x (B) 20.000x (C) 60.000x

Hasil TEM menunjukkan terdapat bagian berwarna hitam, abu-abu dan putih. Perbedaan warna tersebut menunjukkan ketebalan dari suatu partikel. Warna yang semakin hitam mengindikasikan densitas partikel yang

semakin besar atau karena adanya penumpukan elektron. Adanya peningkatan densitas partikel disebabkan oleh penetrasi material krim ke dalam *nanosilver*. Material krim pelembab mata yang kompleks dan beragam dapat berinteraksi dengan *nanosilver* sehingga akan mempengaruhi ukuran partikel.

Hasil karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Panjang gelombang maksimum dan absorbansi *nanosilver* 20 ppm pada pengamatan hari ke-0, 30 dan 60.

Hari ke-	Panjang gelombang maksimum (nm)	Absorbansi
0	414,00	1,577
30	416,50	0,712
60	418,30	0,736

$$E_g = \frac{hc}{\lambda} = E_g(\infty) + \frac{14,84}{R^2} \left(\frac{1}{m_e^2} + \frac{1}{m_h^2} \right) - \frac{2,6}{kR} \quad (3)$$

$$s = \frac{\log A}{\log \lambda} \quad (4)$$

Hasil UV-Vis berupa panjang gelombang maksimum dan absorbansi digunakan untuk mengetahui diameter kluster menggunakan persamaan *Brush* (persamaan 3) dan menentukan kecenderungan *nanosilver* untuk melakukan agregasi berdasarkan nilai *s* (persamaan 4).

Tabel 2. Diameter kluster dan nilai *s* *nanosilver* 20 ppm yang dihasilkan pada waktu pengamatan hari ke-0, 30 dan 60.

Hari ke-	Diameter kluster (nm)	Nilai <i>s</i>
0	16,62	0,0756
30	16,69	0,0563
60	16,78	0,0508

Nanosilver 20 ppm yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki diameter kluster 16,62 nm. Pada pengamatan hari ke-30 terjadi kenaikan diameter sebesar 0,42% sehingga

diameter kluster menjadi 16,69 nm dan pada hari ke-60 terjadi kenaikan sebesar 0,96% sehingga diameter kluster menjadi 16,78 nm. Kenaikan nilai diameter *nanosilver* 20 ppm masih dalam rentang ukuran nano (1-100 nm) sehingga partikel *nanosilver* tetap stabil dalam rentang waktu 2 bulan. Kestabilan *nanosilver* dapat dipengaruhi oleh adanya PVP yang berperan sebagai stabilisator.

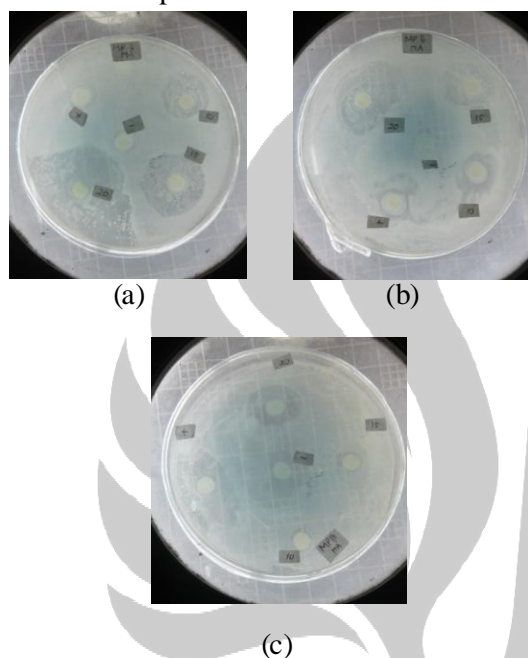
Nanosilver 20 ppm dalam penelitian ini juga memiliki nilai *s* yang berbeda pada setiap rentang waktu (hari ke-0, 30 dan 60) pada tabel 2 dimana nilai *s* mengalami penurunan. Semakin kecil nilai *s* maka kecenderungan *nanosilver* 20 ppm untuk membentuk agregat semakin rendah pula. Namun berdasarkan perhitungan diameter menunjukkan bahwa diameter *nanosilver* mengalami peningkatan hingga 0,69% pada hari ke-60 (terjadi agregasi). Hal ini karena nilai *s* bukan merupakan faktor utama terjadinya agregasi. Adanya faktor lain seperti gaya gravitasi dan fluktuasi suhu dapat mempengaruhi terjadinya agregasi *nanosilver*.

Uji Aktivitas Antibakteri *Nanosilver* 20 ppm dalam Sediaan Krim Pelembab Mata

Nanosilver 20 ppm yang telah diuji ukuran dan kestabilannya dalam krim pelembab mata akan diuji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Pengujian aktivitas antibakteri pada penelitian ini menggunakan metode difusi cakram yaitu cakram kertas dijenuhkan dengan sampel uji yaitu krim pelembab mata yang mengandung *nanosilver* 20 ppm yang diaplikasikan ke dalam krim pelembab mata dengan menggunakan variasi konsentrasi % v/b yaitu 10%, 15% dan 20%. Krim pelembab mata yang mengandung *nanosilver* 20 ppm diletakkan diatas media agar berisi suspensi bakteri *Staphylococcus aureus*. Suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* terlebih dahulu diukur OD nya hingga mencapai absorbansi 0,08–0,13 pada panjang gelombang 625 nm menggunakan spektrofotometer. Suspensi bakteri tersebut juga dihitung koloninya dengan metode ALT dan diperoleh jumlah koloni sebanyak 1,25 x

10^8 cfu/mL sehingga memenuhi syarat untuk diinokulasikan ke dalam media *Nutrient agar*. Hasil pengujiannya adalah sebagai berikut:

Gambar 4. Hasil pengujian aktivitas antibakteri *nanosilver* 20 ppm dalam krim pelembab mata menggunakan metode difusi cakram (a) Replikasi I (b) Replikasi II (c) Replikasi III.



Tabel 3. Diameter zona bening yang dihasilkan *nanosilver* 20 ppm dalam krim pelembab mata terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

Sampel	Diameter zona bening (mm)			Diameter Rata-rata (mm)
	Replikasi I (mm)	Replikasi II (mm)	Replikasi III (mm)	
Kontrol positif (+)	13,55	10,95	11,45	11,98
Kontrol negatif (-)	0	0	0	0
NS 10%	12,05	10,25	10,85	11,05
NS 15%	18,75	17,25	13,7	16,57
NS 20%	20,3	19,75	18,1	19,38

Diameter zona bening yang dihasilkan akan diklasifikasikan untuk mengetahui kategori respon hambatan pertumbuhan bakteri menurut Davis & Stout (1971) [18].

Tabel 4. Diameter zona bening yang dihasilkan *nanosilver* 20 ppm dalam krim pelembab mata terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

Sampel	Diameter Rata-rata (mm)	Respon hambatan pertumbuhan
Kontrol positif (+)	11,98	Kuat
Kontrol negatif (-)	0	Tidak ada
NS 10%	11,05	Kuat
NS 15%	16,57	Kuat
NS 20%	19,38	Kuat

Data tersebut menunjukkan krim pelembab mata yang mengandung paraben (kontrol+) menghasilkan zona bening dengan diameter sebesar 11,98 mm sehingga menghasilkan respon hambatan pertumbuhan bakteri yang kuat. Krim pelembab mata tanpa mengandung paraben dan *nanosilver* 20 ppm (kontrol-) tidak menghasilkan zona bening sehingga dapat dikatakan tidak memiliki respon hambatan pertumbuhan bakteri. Krim pelembab mata yang mengandung *nanosilver* 20 ppm sebesar 10%, 15% dan 20% menghasilkan zona bening dengan luas diameter secara berturut-turut sebesar 11,05 mm, 16,57 mm dan 19,38 mm. sehingga ketiganya memiliki respon hambat pertumbuhan bakteri yang kuat. Urutan luas diameter zona bening dari yang terbesar adalah NS 20% > NS 15% > kontrol (+) > NS 10% > kontrol (-).

Hasil tersebut kemudian dianalisis menggunakan SPSS 16.0 for windows dengan uji normalitas dan uji Uji *homogenitas Anova One Way* yang dilanjutkan dengan uji perbandingan perbandingan *Pos-Hoc-LSD (Least Significancy Difference)* dimana uji tersebut menunjukkan bahwa pemberian *nanosilver* variasi konsentrasi dalam sediaan krim pelembab mata memiliki pengaruh signifikan/nyata terhadap aktivitas antibakteri ($p \leq 0,05$).

Konsentrasi kadar pemberian *nanosilver* 20% merupakan konsentrasi terbaik karena menghasilkan diameter zona bening terbesar yaitu 19,38 mm dengan kategori respon hambat bakteri kuat. Nilai KHM (Konsentrasi hambat minimum) *nanosilver* 20 ppm pada sediaan krim pelembab mata terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* adalah 10% dengan diameter zona bening sebesar 11,05 mm dan kategori respon hambat bakteri kuat.

Krim yang mengandung *nanosilver* 20 ppm dengan konsentrasi (% v/b) 10%, 15% dan 20% memiliki respon hambat bakteri yang kuat. *Nanosilver* 20 ppm dapat menyebabkan kerusakan permanen bagi bakteri *Staphylococcus aureus* melalui beberapa mekanisme. *Nanosilver* akan melekat dan melakukan penetrasi pada permukaan bakteri kemudian berikatan dengan protein dan asam nukleat (muatan negatif) sehingga menyebabkan perubahan struktur dan bentuk dinding sel maupun membran sel. *Nanosilver* akan terakumulasi dipermukaan sel dan dapat mempengaruhi permeabilitas membran sel yang selanjutnya akan merusak biomolekul di dalam sel bakteri *Staphylococcus aureus* [6] [19] [3].

Nanosilver akan berinteraksi dengan sulfur dan fosfor pada DNA bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga mengganggu proses replikasi DNA. *Nanosilver* juga mampu merusak kemampuan ribosom untuk melakukan transkrip m-Rna. Hal tersebut menyebabkan terhentinya proses proliferasi bakteri dan menurunkan jumlah sel-sel bakteri [20]. *Nanosilver* mampu menghambat enzim pernafasan bakteri sehingga menghasilkan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ROS*). Mekanisme-mekanisme tersebut bersinergi dan menyebabkan kematian bakteri [6] [19].

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. *Nanosilver* 20 ppm dalam sediaan krim pelembab mata mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening (clear zone).

Diameter zona bening yang terbentuk pada konsentrasi *Nanosilver* 20 ppm 10%, 15% dan 20% (dalam v/b) secara berturut-turut yaitu 11,05 mm, 16,57 mm dan 19,38 mm dengan kategori respon hambat bakteri kuat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Nilai KHM (Konsentrasi hambat minimum) *nanosilver* 20 ppm dalam sediaan krim pelembab mata terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* pada penelitian ini adalah 10%.

Saran

1. Penelitian lebih lanjut mengenai stabilitas *nanosilver* jika berada dalam sediaan krim atau jika diaplikasikan dalam suatu produk kosmetik.
2. Penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas antibakteri *nanosilver* dalam sediaan krim pelembab mata terhadap bakteri gram negatif seperti *Pseudomonas aeruginosa* serta aktivitas antifungi *nanosilver* dalam sediaan krim pelembab mata terhadap fungi *Candida albicans* atau *Aspergillus niger* karena mikroba tersebut merupakan mikroba uji untuk suatu zat yang akan dijadikan sebagai zat pengawet dalam sediaan kosmetika menurut Peraturan BPOM tahun 2011 tentang metode analisis kosmetika.

DAFTAR PUSTAKA

1. Taufikurohmah, T. (2014). *Jenis dan Manfaat Nano Gold Cosmetics*. Retrieved Januari 1, 2016, from <http://nanogoldcosmetic.blogspot.co.id>.
2. Budecka, A., & Kunicka-Styczyńska, A. (2014). *Microbiological contaminants in cosmetics – isolation and characterization. Volume 78 (1). Journal of Biotechnology and Food Sciences*. hal: 15-23.
3. Samberg, M., Orndorff, P., & Monteiro-Riviere, N. (2011). *Antibacterial efficacy of silver nanoparticles of different sizes, surface conditions and synthesis methods*.

- Journal of Nanotoxicology*. hal: 244–253.
4. Hugbo, P. G., Onyekweli, A. O., & Igwe, I. (2003). *Microbial contamination and preservative capacity of some brands of cosmetic creams*. Volume 2 (2). *Journal of Pharmaceutical Research*. hal: 229-234.
 5. Prabhu, S., & Poulouse, E. K. (2012). *Review: Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects*. Volume 02. No: 32. *Journal of International Nano Letters*. hal: 1-10.
 6. Franci, G., Falanga, A., Galdiero, S., Palomba, L., Rai, M., Morelli, G., et al. (2015). *Review: Silver Nanoparticles as Potential Antibacterial Agents*. *Journal of Molecules*. hal: 8856-8874.
 7. Gamal, Azza, A., Gayeed, A., & Sawan. (2015). *Microbiological Quality Assessment of Some Brands of Cosmetic Creams Sold Within Alkhoms City, Libya*. Volume 14, Issue 2 Ver. II. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 60-65.
 8. BPOM, (2009, Juli 10). *Bahan-Bahan Kosmetik sebagai Anti Acne*. Naturkos. Hal: 2-3.
 9. Darbre, P. D., & Harvey, P. (2008). *Paraben esters: review of recent studies of endocrine toxicity, absorption, esterase and human exposure, and discussion of potential human health risk*. Retrieved November 28, 2014, from interscience: www.interscience.wiley.com.
 10. Aarflot, R. L. (2013). *Human exposures to parabens in cosmetics - a literature study*. Tromsø: Faculty of Health Sciences/Departement of Community Medicine University of Tromsø.
 11. Saputra, A. H., Haryono, A., A.L, J., & Anshari, M. H. (2010). *Preparasi Koloid Nanosilver dengan Berbagai Jenis Reduktor sebagai Bahan Anti Bakteri*. Vol: 12. No: 3. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. hal: 202-208.
 12. Rafiq, S., Iqbal, S., & Shahina, J. (2015). *Bacteriological Profile and Preservative Capacity of Commercial Creams and Lotions*. Volume. 3(5). *Journal of Pharmaceutical and Biosciences*. hal: 41-45.
 13. Taufikurohmah, T., & Rusmini. (2015). *Kimia Kosmetik*. Surabaya: Jurusan Kimia-Universitas Negeri Surabaya.
 14. ICMR, B. (2009, January-March). *Detection of Antimicrobial Resistance in Common Gram Negative and Gram Positive Bacteria Encountered in Infectious Disease-An Update*. hal: 1-3 vol. 39.
 15. Pacioni, N. L., Borsarelli, C. D., Rey, V., & Veglia, A. V. (2015). *Synthetic Routes for the Preparation A Mechanistic Perspective*. *Springer International Journal*. hal: 13-46.
 16. Wang, H., Qiao, X., Chen, J., Wang, X., & Ding, S. (2005). *Mechanisms of PVP in the preparation of silver nanoparticles*. *Journal of Materials Chemistry and Physics*. hal: 449-453.
 17. Oldenburg, S. J. (2012). *Silver Nanoparticles: Properties and Applications*. Retrieved september 12, 2016, from sigma-aldrich: <http://www.sigmaaldrich.com/materials-science/nanomaterials/silver-nanoparticles.html>
 18. Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). *Disc Plate Method Of Microbiological Antibiotic Essay*. *Journal Of Microbiology*, Vol 22 No 4.
 19. Likus, W., Bajor, G., & Siemianowicz, K. (2013). *Nanosilver — does it have only one face?*. *Acta Biochimica Polonica (ABP)*. hal: 495-501.
 20. Chudobova, D., Maskova, D., Nejd, L., Kopel, P., Rodrigo, M. M., Adam, V., et al. (2013). *The effect of silver ions and silver nanoparticles on Staphylococcus aureus*. *Journal of*

Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education. hal: 728-735.

