

## Efektivitas Sabun Cuci Piring Merek ML dan SI terhadap Bakteri *Escherichia Coli* dan Tinjauannya Menurut Pandangan Islam

### *Effectiveness of Dishwashing Liquids Line Ml and Si Against Escherichia Coli and Its Islamic View*

Rizka Kamila Nabawiya<sup>1</sup>, Intan Keumala Dewi<sup>2</sup>, Muhammad Arsyad<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Bagian Agama Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia

Email: rizka.kamilaa@gmail.com

KATA KUNCI Sabun cuci piring, *Escherichia coli*, disc diffusion

ABSTRAK Dalam kehidupan sehari-hari, kita menggunakan bahan-bahan kimiawi untuk mencuci peralatan, salah satunya peralatan makan. *Food-borne pathogen* seringkali menyebabkan infeksi di saluran pencernaan. Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri yang sering ditemukan pada sisa makanan yang berminyak dan berlemak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas sabun cuci piring merek ML dan SI terhadap bakteri *Escherichia coli* serta tinjauannya menurut pandangan Islam. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dikerjakan di laboratorium dengan menggunakan metode *disc diffusion*. Efektivitas kedua merek sabun cuci piring - ML dan SI - dinilai dengan mengukur zona hambat yang terbentuk di atas MHA yang telah ditanamkan bakteri *Escherichia coli*. Analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS. Dari kedua merek sabun cuci piring, zona hambat paling besar dibentuk oleh sabun cuci piring merek ML dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 10,4 mm, sedangkan sabun cuci piring merek SI dengan rata-rata 9,46 mm. Berdasarkan zona hambatnya, ML dikategorikan sebagai komponen antimikroba kuat dan SI sebagai komponen antimikroba sedang. Sabun cuci piring yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* adalah sabun cuci piring merek ML dengan rata-rata diameter zona hambat 10,4 mm.

KEYWORDS *Dishwashing liquids, Escherichia coli, disc diffusion.*

ABSTRACT *In our daily lives, we use chemical material to wash utensils, one of them being cutlery. Food-borne pathogens frequently cause infection in the gastrointestinal tract. Escherichia coli is one of the bacterias that can be*

*found in leftovers food, especially oily and fatty food. The goal of this research is to know the effectiveness of dishwashing liquids line ML and SI against Escherichia coli and its Islamic view on the matter. This research is an experimental laboratory study using disc diffusion as its method. The effectiveness of both dishwashing liquids lines is being assessed by means of measuring the zone of inhibition in MHA that has been implanted with Escherichia coli. Data analysis is being done by using SPSS. Between two lines of dishwashing liquids, the largest zone of inhibition is formed by ML with the average of ZOI 10,4 mm, at the same time SI with the average of ZOI 9,46 mm. Based on their zone of inhibitions, ML is classified as a strong antimicrobial component and SI as a medium antimicrobial component. The most effective dishwashing liquid to inhibit the growth of Escherichia coli is ML with the average of ZOI 10,4 mm.*

## PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, kita menggunakan bahan-bahan kimiawi untuk mencuci peralatan, salah satunya peralatan makan. Seiring berjalannya waktu, semakin banyak sabun cuci piring yang diproduksi. Sabun cuci piring efektif dalam mengurangi jumlah bakteri patogen. Untuk memastikan efektivitas dari suatu produk antibakteri, pengaturan peralatan rumah tangga lainnya harus dipertimbangkan (Kusumaningrum *et al.*, 2002). Faktor yang dapat berpengaruh dalam kontaminasi mikroba khususnya dalam peralatan rumah tangga antara lain suhu kulkas, adanya kontaminasi di dalam dapur, tempat terjadinya kontaminasi, dan suhu lingkungan (Borrusso *et al.*, 2017). Bakteri seringkali banyak ditemukan di lingkungan dapur. Hal ini disebabkan oleh karena meja-meja dapur, talenan, dan pintu kulkas dibersihkan oleh spons atau handuk pembersih yang sama-sama digunakan untuk mempersiapkan makanan, terutama daging mentah (Burr, 2006).

*Food-borne pathogen* seringkali menyebabkan infeksi di saluran pencernaan. Hal ini disebabkan oleh karena kurangnya hygiene makanan, kontaminasi di dapur dan daerah sekitar yang dapat menjadi sumber dari populasi bakteri yang hidup bebas, atau pencucian peralatan makan yang kurang bersih (Kusumaningrum *et al.*, 2002). Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri yang sering ditemukan pada sisa makanan yang berminyak dan berlemak (Cabalza, 2016).

Dalam pandangan Islam, Al-Quran telah menjelaskan bahwa Allah Swt. menciptakan langit, bumi, dan seisinya tanpa ada satu pun ciptaan-Nya yang sia-sia termasuk mikroorganisme bakteri. Untuk menjaga kebersihan dan mengeliminasi bakteri dalam perilaku makan, mencuci piring dari sisa-sisa makanan adalah salah satu bentuk kebersihan yang dapat menyempurnakan iman dari seorang muslim. Pentingnya kebersihan dijelaskan di dalam Islam dan disebutkan sebagai hal yang disukai dan dimuliakan oleh Allah Swt.

Firman Allah Swt. dan hadis berikut menjelaskan:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ  
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا قَدَحًا فَتَنَّاكَ فَتِنَا عَذَابِ النَّارِ

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.” (QS. Ali ‘Imran (3): 191)

إِنَّ اللَّهَ تَعَالَىٰ طَيِّبٌ يُحِبُّ الطَّيِّبَ نَظِيفٌ يُحِبُّ النَّظَافَةَ  
كَرِيمٌ يُحِبُّ الْكَرَمَ جَوَادٌ يُحِبُّ الْجُودَ فَتَنظَّفُوا أَفَيَنْتَكُمُ

“Sesungguhnya Allah Swt. Itu baik, Dia menyukai kebaikan. Allah itu bersih, Dia menyukai kebersihan. Allah itu mulia, Dia menyukai kemuliaan. Allah itu dermawan ia menyukai kedermawanan maka bersihkanlah olehmu tempat-tempatmu.” (HR Tirmidzi: 2723)

Berdasarkan uraian di atas, demikian penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas sabun cuci piring terhadap eliminasi bakteri *Escherichia coli* dengan membandingkan dua merek sabun cuci piring yang tersebar di Indonesia dan tinjauannya menurut pandangan Islam.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental dengan metode *disc diffusion* untuk membandingkan efektivitas sabun cuci piring terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Penelitian dilakukan pada tanggal 16–18 November 2021 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran YARSI Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas sabun cuci piring merek ML dan SI dalam mengeliminasi bakteri *Escherichia coli*. Untuk mengetahui daya hambat, penanaman ML, SI, ciprofloxacin sebagai kontrol positif, dan aquades sebagai kontrol negatif pada agar dilakukan sebanyak tiga kali. Penelitian dilakukan secara *in-vitro* dengan metode *disc diffusion* di media Mueller Hinton Agar.

Keempat cakram diujikan di MHA. Cakram ciprofloxacin sebagai kontrol positif langsung diletakkan, sementara cakram ML, SI, dan aquades sebagai kontrol negatif dilakukan dengan cara penetesan mikropipet sebanyak 100 µl. Kedua sabun cuci piring diencerkan terlebih dahulu dengan 2 ml aquades dan perbandingan 1:1 sebelum ditetaskan di cakram kosong. Zona hambat yang terbentuk dilihat setelah MHA diinkubasi di dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 37°C dan diukur menggunakan penggaris dalam satuan milimeter.

Analisis dan pengolahan data dilakukan dengan uji Anova dan uji *post hoc* LSD di aplikasi SPSS. Uji ANOVA dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara kelompok antimikroba terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Uji *post hoc* LSD dilakukan untuk mengetahui perbedaan signifikan tiap kelompok antimikroba.

## HASIL

Penelitian efektivitas sabun cuci piring merek ML dan SI terhadap bakteri *Escherichia coli* dilakukan dengan menggunakan metode *disc diffusion* dan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Dari kedua merek sabun cuci piring, zona hambat paling

besar dibentuk oleh sabun cuci piring merek ML dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 10,4 mm, sedangkan merek SI dengan rata-rata 9,46 mm.

**Tabel 1.** Data hasil pengukuran zona hambat

| Sampel | Diameter zona hambat (mm) |       |       |                    |
|--------|---------------------------|-------|-------|--------------------|
|        | Pengulangan               |       |       | Diameter rata-rata |
|        | I                         | II    | III   |                    |
| ML     | 10,58                     | 10,19 | 10,43 | 10,4               |
| SI     | 9,48                      | 8,96  | 9,94  | 9,46               |
| C+     | 38,76                     | 38,98 | 39,21 | 38,983             |
| C-     | 0                         | 0     | 0     | 0                  |

Sumber: Data penelitian pribadi

Pengolahan data menggunakan uji *One Way* ANOVA dapat dilakukan dengan memenuhi syarat-syarat yaitu sampel dari kelompok independent, varian antar kelompok homogen, dan data terdistribusi dengan normal. Jika ada syarat yang tidak terpenuhi, maka pengolahan data menggunakan uji *Kruskal Wallis*.

Sebelumnya, uji normalitas dilakukan untuk melihat apakah data terdistribusi secara normal atau tidak. Penelitian ini menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* sebagai uji normalitas data dikarenakan sampel penelitian <100. Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* pada kontrol positif (ciprofloxacin) adalah  $D(3)=0,975$ , kemudian ML dengan  $D(3)=0,747$ , dan SI dengan  $D(3)=0,933$ . Ketiga nilai tersebut menunjukkan  $p>0,05$ . Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* pada tabel di atas adalah mengikuti kurva normal atau terdistribusi secara normal.

Uji homogenitas varian selanjutnya dilakukan untuk menguji apakah setiap kelompok memiliki data homogen atau tidak. Berdasarkan uji homogenitas varian, nilai probabilitas

yang didapatkan bahwa ketiga kelompok tersebut sama  $F(3,8)=0,159$  maka nilai  $p>0,05$  sehingga kelompok memiliki variansi sama atau homogen. Dengan demikian, uji ANOVA valid untuk menguji kelompok di atas. Uji ANOVA dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara kelompok antimikroba terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

**Tabel 2.** Hasil Uji *One Way* ANOVA

| Perlakuan     | Pengulangan | Rata-Rata | Standar Deviasi | p-value ANOVA |
|---------------|-------------|-----------|-----------------|---------------|
| ML            | 3           | 10,4      | 0,19672         | p=0,000       |
| SI            | 3           | 9,46      | 0,49031         |               |
| Ciprofloxacin | 3           | 38,9833   | 0,22502         |               |
| Aquades       | 3           | 0         | 0               |               |

Berdasarkan tabel ANOVA, diperoleh hasil  $p=0,00$  di mana nilai  $p<0,05$  sehingga simpulan yang didapatkan adalah terdapat perbedaan bermakna dari rata-rata diameter zona hambat kelompok efek antimikroba terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Namun, uji ANOVA tidak dapat menilai perbedaan yang signifikan antara kelompok ML, SI, kontrol positif, pada percobaan di atas. Selanjutnya, dilakukan uji LSD untuk mengetahui daya hambat yang dimiliki oleh setiap kelompok dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

Berdasarkan tabel uji *post hoc* LSD, seluruh kelompok perlakuan memiliki perbedaan daya hambat yang signifikan terhadap kelompok perbandingan serta diperoleh nilai  $p<0,05$ . Kemampuan antimikroba terhadap bakteri *Escherichia coli* dalam penelitian ini diperoleh dengan membandingkan kontrol positif dengan kedua merek sabun cuci

piring. Semakin mendekati nilai dari kontrol positif, maka akan semakin efektif kemampuan antimikroba sabun cuci piring. Pada penelitian ini, sabun

cuci piring ML dinilai memiliki daya antimikroba yang paling efektif.

**Tabel 3.** Hasil Uji LSD (*Least Significant Difference*)

| Kelompok perlakuan   | Kelompok perbandingan | Perbedaan rata-rata | 95% Confidence Interval |          | P     |
|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|----------|-------|
|                      |                       |                     | Min                     | Max      |       |
|                      |                       |                     | <b>ML</b>               | SI       |       |
|                      | Ciprofloxacin         | -28,583             | -29,1239                | -28,0427 | 0,000 |
|                      | Aquades               | 10,4                | 9,8594                  | 10,9406  | 0,000 |
| <b>SI</b>            | ML                    | -9,4                | -1,4806                 | -0,3994  | 0,004 |
|                      | Ciprofloxacin         | -29,523             | -30,0639                | -28,9827 | 0,000 |
|                      | Aquades               | 9,46                | 8,9194                  | 10,0006  | 0,000 |
| <b>K+</b>            | ML                    | 28,583              | 28,0427                 | 29,1239  | 0,000 |
| <b>Ciprofloxacin</b> | SI                    | 29,523              | 28,9827                 | 30,0639  | 0,000 |
|                      | Aquades               | 38,983              | 38,4427                 | 39,5239  | 0,000 |
| <b>K-</b>            | ML                    | -10,4               | -10,9406                | -9,8594  | 0,000 |
| <b>Aquades</b>       | SI                    | -9,46               | -10,0006                | -8,9194  | 0,000 |
|                      | Ciprofloxacin         | -38,983             | -39,5239                | -38,4427 | 0,000 |

**PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas sabun cuci piring merek ML dan SI dalam mengeliminasi bakteri *Escherichia coli*. Untuk mengetahui daya hambat, penanaman ML, SI, ciprofloxacin sebagai kontrol positif, dan aquades sebagai kontrol negatif pada agar dilakukan sebanyak tiga kali. Penelitian dilakukan secara in-vitro dengan metode *disc diffusion* di media Mueller Hinton Agar.

Zona hambat pada kontrol positif, sabun cuci piring ML, dan sabun cuci piring SI menunjukkan adanya zat aktif antimikroba pada

ketiga kelompok tersebut. Aquades sebagai zat pelarut dalam pengenceran sabun cuci piring dan juga sebagai kontrol negatif dipilih karena aquades tidak memiliki efek antimikroba sehingga tidak menghasilkan zona hambat sama sekali (Lombogia, 2016). Efek antimikroba pada sabun cuci piring berhubungan dengan senyawa kimia aktif dari komponen sabun cuci piring (Mahon, 2019).

Ciprofloxacin digunakan dalam penelitian ini sebagai kontrol positif. Hal ini disebabkan karena ciprofloxacin tergolong salah satu antibiotik yang sensitif terhadap bakteri *Escherichia coli*. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata

diameter zona hambat yang terbentuk oleh ciprofloxacin yaitu 38,98 mm.

Sabun cuci piring memiliki kandungan surfaktan yang berperan sebagai antimikroba. Surfaktan merupakan molekul amfifilik aktif yang memiliki bagian hidrofobik dan hidrofilik. Dengan afinitas gandanya, surfaktan mampu terakumulasi secara spontan di batas permukaan fase dengan cara mengurangi tekanan permukaan dari larutan dan mampu membentuk agregat molekuler. Degradasi dari formula surfaktan dapat mencegah aktivitas metabolik mikroorganisme (Blagojević *et al.*, 2016). Kemampuan surfaktan untuk mengurangi tekanan permukaan menjadikannya agen pendispersi, emulsi, dan penghasil busa yang baik (Zare *et al.*, 2018).

Di dalam penelitian ini, kedua merek sabun cuci piring sama-sama memiliki varian jeruk nipis, tetapi keduanya memiliki kandungan yang berbeda. Sabun cuci piring ML berkomposisikan 21% (*sodium linear alkylbenzene sulfonate* (LAS), *sodium lauryl ether sulfate* (SLES), *sodium laureth sulfate* (SLS), dan *cocamidopropyl betaine* (CAPB)). Sabun cuci piring SI berkomposisikan 21% (*linear alkylbenzene sulfonate* (LAS), *sodium laureth sulfate* (SLS), dan *cocamidopropyl betaine* (CAPB)).

Kedua sabun cuci piring mengandung komposisi formulasi surfaktan campuran yaitu anionik dan amfoterik (Farn, 2006). Perbedaan yang terlihat dari bahan zat aktif kedua sabun cuci piring adalah kandungan utama surfaktannya, yaitu SLS dan SLES. ML memiliki campuran surfaktan SLS dan SLES, sementara SI memiliki SLS sebagai bahan aktif utama.

Keberadaan etoksilasi pada SLES menjadikan surfaktan tersebut lebih lembut dibandingkan dengan SLS. Berbeda dengan SLES, SLS mempunyai kecenderungan untuk mengakibatkan iritasi pada kulit seperti kulit kering atau pecah-pecah (Pandya *et al.*, 2001). Fungsi SLS dan SLES meliputi lisis sel bakteri, denaturasi protein dan enzim, kerusakan membrane sel, dan perubahan permeabilitas sel (Vehapi, 2021).

Kandungan surfaktan aktif ditemukan lebih banyak pada sabun cuci piring ML daripada SI, yaitu dengan adanya surfaktan anionik SLES selain komponen surfaktan lain seperti LAS, SLS, dan CAPB yang terdapat di kedua sabun cuci piring. Hal ini dapat menyebabkan sabun cuci piring ML memiliki efektivitas yang lebih tinggi daripada SI.

Penggolongan kemampuan antibakteri menurut David dan Stout dapat dilihat dari zona hambat yang terbentuk. Zona hambat dengan diameter >20 mm, kategori sangat kuat; diameter 10-20 mm, kategori kuat; diameter 5-10 mm, kategori sedang; dan diameter <5 mm, kategori lemah (Ouchari *et al.*, 2019). Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa sabun cuci piring ML sebagai kategori kuat dan sabun cuci piring SI sebagai kategori sedang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian efektivitas sabun cuci piring merek ML dan SI terhadap bakteri *Escherichia coli* dan tinjauannya menurut pandangan Islam, dapat disimpulkan bahwa:

Dua produk sabun cuci piring - ML dan SI - berdasarkan hasil pengujiannya memiliki efek

antimikroba signifikan terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. ML dikategorikan sebagai komponen antimikroba kuat dan SI sebagai antimikroba sedang. Sabun cuci piring yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* adalah sabun cuci piring merek ML dengan rata-rata diameter zona hambat 10,4 mm.

Dalam pandangan Islam, mencuci piring dari sisa-sisa makanan merupakan suatu upaya agar tercapainya kebersihan yang dapat menyempurnakan iman seorang muslim. Selain menjaga kebersihan, mencuci piring dengan sabun cuci piring yang baik dan air yang bersih berperan penting dalam mengeliminasi bakteri dan menurunkan risiko terjadinya penyakit infeksi.

#### SARAN

Perlunya penelitian lebih lanjut dengan membandingkan efektivitas sabun cuci piring merek lainnya dan penelitian dengan uji bahan antimikroba lain yang memiliki pengaruh terhadap bakteri *Escherichia coli*.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya serta apresiasi kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian, baik dalam bentuk dukungan, perizinan, dana maupun pengambilan data skripsi ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an. (2014). *Al-Qur'an & Terjemah Mujazza'*. Jakarta: Samad.
- Blagojević, S. N., Slavica M. B., Nataša D. P. (2016). Performance and Efficiency of Anionic Dishwashing

Liquids with Amphoteric and Nonionic Surfactants. *Journal of Surfactants and Detergents*, 19(2), 363–372. doi:10.1007/s11743-015-1784-5

- Borrusso, P. A., Jennifer J. Q. (2017). Prevalence of Pathogens and Indicator Organisms in Home Kitchens and Correlation with Unsafe Food Handling Practices and Conditions. *Journal of Food Protection*, 80(4), 590–597. doi:10.4315/0362-028X.JFP-16-354
- Burr, L. (2006). The Effectiveness of Antibacterial Dish Detergent and Non-antibacterial Dish Detergent when Used on Kitchen Sponges. *Saint Martin's University Biology Journal*, 1.
- Cabalza, R. B. (2016). Comparative Analysis on the Effectiveness of the Different Brands of Commercialized Dishwashing Liquids. *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 4(6), 544–548. <https://doi.org/10.21276/sajb.2016.4.6.17>
- Farn, Richard J. (2006). *Chemistry and Technology of Surfactants*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Kemenkes RI. (2017). *Panduan Penyuluhan Pengendalian Penyakit Kusta dan Frambusia Menurut Agama Islam*. Jakarta: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Kusumaningrum, H. D., Van Putten, M. M., Rombouts, F. M., et al. (2002). Effects of antibacterial dishwashing liquid on foodborne pathogens and competitive microorganisms in kitchen sponges. *Journal of Food Protection*, 65(1), 61–65. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.1.61>
- Lombogia, B., Budiarmo, F., & Bodhi, W. (2016). Uji daya hambat ekstrak daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata folium*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia*

- coli dan Streptococcus sp. *eBiomedik*, 4(1).
- Mahon, C. R., Donald C. L. (2019). *Textbook of Diagnostic Microbiology sixth Edition*. St. Louis: Elsevier.
- Ouchari, L., Boukeskase, A., Bouizgarne, B., et al. (2019). Antimicrobial potential of actinomycetes isolated from the unexplored hot Merzouga desert and their taxonomic diversity. *Biology open*, 8(2), bio035410. <https://doi.org/10.1242/bio.035410>
- Pandya, N., Rajput, G., Janni, D. S., et al. (2021). SLES/CMEA mixed surfactant system: Effect of electrolyte on interfacial behavior and microstructures in aqueous media. *Journal of Molecular Liquids*, 325, 115096.
- Vehapi, M., & Özçimen, D. (2021). Antimicrobial and bacteriostatic activity of surfactants against *B. subtilis* for microbial cleaner formulation. *Archives of Microbiology*, 1-9.
- Zare, M., Namratha, K., Byrappa, K., et al. (2018). Surfactant assisted solvothermal synthesis of ZnO nanoparticles and study of their antimicrobial and antioxidant properties. *Journal of materials science & technology*, 34(6), 1035-1043.