

KAPITEL IV. ERGEBNIS UND DISKUSSION

Die Untersuchungen zur Wirksamkeit mehrerer antibakterieller Handwaschprodukte gegen das Wachstum von *Staphylococcus aureus*-Bakterien wurden in vitro durchgeführt. Das verwendete antibakterielle Flüssigseifenprodukt ist der Typ, der häufig von der breiten Öffentlichkeit verwendet wird, da der Preis relativ günstig und auf dem Markt leicht zu finden ist. Die Ergebnisse der Prüfung der Wirksamkeit mehrerer antibakterieller Handwaschmittel sind auf dem folgenden Bild 2 zu sehen.

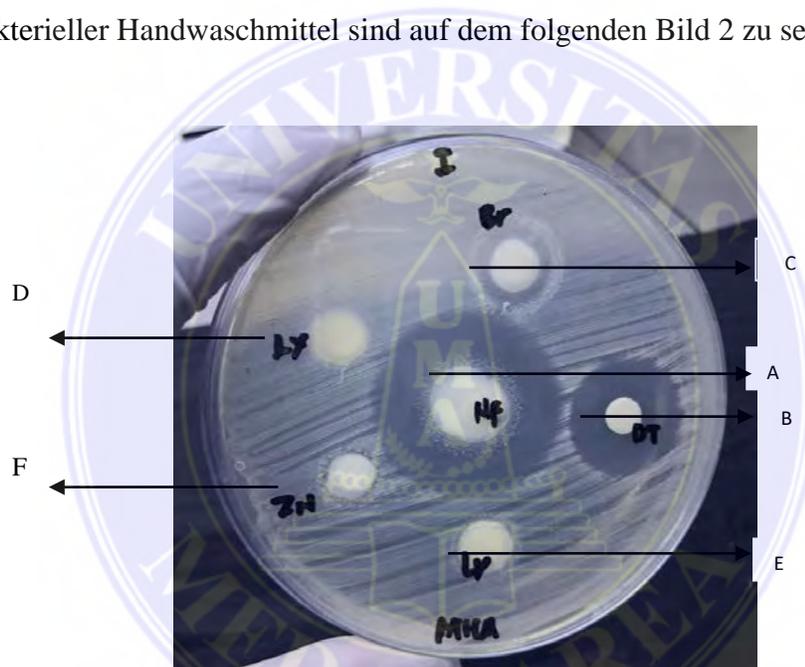


Bild 2. Test der antibakteriellen Wirksamkeit von Flüssigseifenprodukten (Handwäsche) auf das Wachstum von *Staphylococcus aureus* Bakterien.

Das obene Bild 1 zeigt, dass das Testen der Aktivität von antibakteriellen Flüssigseifenprodukten unterschiedliche Reaktionen ergab, basierend auf Unterschieden im Durchmesser der Hemmzone. Je größer die gebildete Hemmzone ist, desto größer ist die erzeugte antibakterielle Wirkung. Dies wird durch das Erscheinen einer klaren Zone um die leere Platte herum angezeigt.

Die Varianzanalyse zeigte eine sehr signifikante Wirkung ($P < 0,001$), die von den getesteten antibakteriellen Seifen erzeugt wurde, wie in Tabelle 1 unten gezeigt.

Die Quelle Des Vielfalts	Db	Jk	Kt	Fhit	Pp ^d
P	5	2.344,903	468,981	2.005,905	0.000 **
Galat	12	2,806	0,234		
Total	17	2.347,708			

$$R^2 = 0.99880508018$$

$$\text{Diversitätskoeffizient (DK)} = 4.12\%$$

Der Unterschied in den Wirkungen der 6 Flüssigseifenprodukte ist durch den DMRT-Test bekannt, wie in Tabelle 2 unten gezeigt.

Tabelle 2. Wirkung verschiedener Arten von antibakterieller Flüssigseife (Handwäsche) auf das pathogene Bakterium *Staphylococcus aureus*.

Rang	Produkte	Durchschnittliche Hemmzone (mm)	
1	A	32.17	a
2	B	20.83	b
3	C	14.67	c
4	D	9.50	d
5	E	0.00	e
6	F	0.00	e

Hinweis: Die Zahlen, denen derselbe Buchstabe folgt, zeigen keinen signifikanten Unterschied im Duncan's Multiple Range Test (DMRT) bei = 0,05

Der Duncan-Test bei = 0,05 zeigte, dass Flüssigseifenprodukt A die größte Hemmzone (32,17 mm) erzeugte, die sich signifikant von anderen Flüssigseifenprodukten unterschied (B = 20, 83 mm, C = 14,67 mm, D = 9,50 mm und E, F = 0 mm). Die zweitgrößte Bestellung ist Flüssigseifenprodukt B, das sich erheblich von C, D, E und F unterscheidet. Als nächstes unterscheidet sich Flüssigseifenprodukt C erheblich von Flüssigseifenprodukt D, E und F). Die Flüssigseifenprodukte E und F konnten bis Studienende das Wachstum der krankheitserregenden Bakterien *Staphylococcus aureus* noch nicht hemmen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten auch, dass jede Art von antibakteriellem Flüssigseifenprodukt eine unterschiedliche Fähigkeit zur Hemmung des Bakterienwachstums hatte.

Nach Arista et al (2013) wird die Hemmkraft anhand der gebildeten Clearzone bzw. Clearzone in 4 Gruppen eingeteilt, nämlich sehr stark wenn die Hemmzone > 20 mm ist, stark 10-20 mm, mittel 5-10 mm und schwach <5 mm. Daher Flüssigseifenprodukte mit den Codes A und B sind in der Kategorie der Bereitstellung einer sehr starken Hemmung gegen das Wachstum von *Staphylococcus aureus*-Bakterien enthalten. Flüssigseife mit Code C wird im Vergleich zu Code D, der in die mittlere Kategorie fällt, als stark hemmend eingestuft. Flüssigseife C und D hatten einen signifikanten Unterschied zu *Staphylococcus aureus*. Währenddessen zeigten Flüssigseifenprodukte mit den Codes E und F keine signifikanten Unterschiede, sodass gesagt werden kann, dass die beiden Seifen das Wachstum von *Staphylococcus aureus* Bakterien nicht hemmen konnten.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ist ersichtlich, dass die Fähigkeit jedes in der Gemeinschaft zirkulierenden antibakteriellen Flüssigseifenprodukts unterschiedliche Wirksamkeit bei der Hemmung des Wachstums von *Staphylococcus aureus*-Bakterien hat. Die Empfindlichkeit von *Staphylococcus aureus*-Bakterien gegenüber antibakteriellen Flüssigseifenprodukten ist ein Zeichen dafür, dass die darin enthaltenen Verbindungen das Wachstum dieser Bakterien hemmen können. Die Zusammensetzung der einzelnen Produkte ist sehr unterschiedlich, nämlich in Form von Wirkstoffen wie *Laurinsäure*, *Myristinsäure*, *Cocamidopropylbetain*, *Kaliumhydroxid*, *Kaliumchlorid*, *Laurylhydroxysultain* und anderen Wirkstoffen.

Darüber hinaus werden antibakterielle Flüssigseifenprodukte auch oft mit Wirkstoffen aus natürlichen, aus Pflanzen gewonnenen Inhaltsstoffen kombiniert. Wie in dem Flüssigseifenprodukt mit dem Code A befindet sich in seiner Zusammensetzung Zitronenextrakt (*Citrus limonum*), der mit einer Kombination aus natürlichen Inhaltsstoffen in diesem Produkt eine sehr starke Hemmkraft hat, um das Wachstum von *Staphylococcus aureus*-Bakterien zu hemmen. Zitronenextrakt (*Citrus limonum*) enthält viele bioaktive Verbindungen wie *Flavonoide*, *Carotinoide*, *Limonoide*, *Tannine* und *Terpenoide*. Der Mechanismus der antibakteriellen Aktivität von Flavonoiden und Tanninen beruht auf der Schädigung der Bakterienzellmembran. Flavonoide bilden komplexe Verbindungen gegen extrazelluläre Proteine, die die Zellmembran von *Staphylococcus aureus* schädigen können, woraufhin bakterielle intrazelluläre Verbindungen freigesetzt werden (Juliantina et al., 2008). Tannine haben die Fähigkeit, die Adhäsine und Enzyme von *Staphylococcus aureus*-Zellen zu

inaktivieren und den Proteintransport in der inneren Zellschicht zu stören (Ngajow et al., 2013). Tannine können auch die Lyse von *Staphylococcus aureus*-Zellen verursachen, da Tannine ein Ziel auf bakteriellen Zellwand-Polypeptiden haben, so dass die Bildung von Zellwänden weniger als perfekt wird und dann Bakterienzellen absterben (Sari, 2013).

Die Zusammensetzung anderer Verbindungen, die in Flüssigseifenprodukten mit dem Code A enthalten sind, sind Laurinsäure, die antibakterielle und entzündungshemmende Eigenschaften hat, Myristinsäure als Ölabsorber in der Haut, *Kaliumhydroxid*, das den pH-Wert der Haut reguliert, Natriumlaurethsulfat und Cocamidopropylbetain als Inhaltsstoffe Verdickungsmittel, das Schaum erzeugt, *Glycerin* zur Befeuchtung der Haut, Parfüm als Duftverstärker. Inzwischen fungieren *Propylenglycol*, *Methylisothiazolinone*, *PEG-4-Distearylether*-Verbindungen als Lösungsmittel oder Verdünnungsmittel sowie als Konservierungsmittel in Seife. Andere Verbindungen wie Palmitinsäure, Milchsäure, *Kokosfettsäuredierhanolamid*, *Natrium-PCA*, *Distearylether*, *Guarhydroxypropyltrimoniumchlorid* und *Allantoin* spenden Feuchtigkeit und glätten die Haut (Suryani et al, 2020).

Neben Produkt A ist antibakterielle Flüssigseife, die eine Hemmzone mit sehr starker Kategorie hat, ein Produkt mit Code B. Dieses Produkt enthält den Wirkstoff Chloroxylenol 0,3 %, diese Verbindung ist als *Para-Chlor-Meta-Xylenol* (PCMX) bekannt), das ist eine phenolische Halogenverbindung, die als Wirkstoff in antiseptischen Seifen ein breites Spektrum hat. Die antimikrobielle Aktivität von *Chloroxylenol* besteht darin, bakterielle Enzyme zu inaktivieren und Bakterienzellen zu verändern, sodass es gramnegative Bakterien, grampositive und einige Viren reduzieren kann (Burton et.al, 2011). Daher beweist diese Studie, dass das antibakterielle Flüssigseifenprodukt A nachweislich antibakterielle Eigenschaften in der Kategorie sehr stark hat. Die Ergebnisse der Studie von Johnson (2002) zeigten, dass Handwaschflüssigkeit empfindlicher auf ansässige Hautbakterien (*Staphylokokken spp.*, *aerobe Coryneforme*, *Micrococcus spp.*, *Propionibakterien* und den Pilz *Malasseszia furfur*) im Vergleich zu transienten Bakterien (*Pseudomonas aeruginosa* und *Staphyococcus aureus*) war.

Der in Produkt B enthaltene Wirkstoff ist Salicylsäure 0,3 %, eine antibakterielle Verbindung, die bakteriostatisch wirkt, aber schwach bakteriostatisch wirkt. Salicylsäure ist eine topisch angewendete Beta-Hydroxysäure, die das Bakterienwachstum hemmt und

keratinolytische Eigenschaften hat. Es ist bekannt, dass Salicylsäure weniger wirksam ist als eine Retinoidtherapie. Trockene Haut ist die am häufigsten beobachtete Nebenwirkung bei topischer Anwendung, obwohl bei Personen mit dunkleren Hauttypen eine Verdunkelung der Haut beobachtet wurde (Kimhwan, 2004). Die Zusammensetzung anderer in Produkt B enthaltener Verbindungen ist *Hydroxypropylmethylcellulose*, *Natriumlaurethsulfat*, *Cocamidopropylbetain*, *Propylenglykol*, *Polyquaternium-7*, *Menthol*, *Tetranatrium-EDTA*, *Citronensäure*, *Natriumcitrat*, *Natriumlactat*, *Glycerin*, *Methylchlorisothiazolinon*, *Methylisothiazolinon*, *Parfüm*, *Natriumhydroxid* und *Natriumchlorid*.

Antibakterielle Flüssigseifenprodukte mit Code C haben laut Aboh et al. (2013) hat diese Verbindung eine antibakterielle Aktivität gegen eine Reihe von grampositiven Bakterien, einschließlich *Staphylococcus aureus*, kann aber das Wachstum einer Reihe von gramnegativen Bakterien nicht hemmen. Darüber hinaus ist dieses Produkt mit *Cymbopogon schoenanthus*-Zitronengrasextrakt kombiniert. Die Forschung von Hashim et al. (2016) zeigten, dass die chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls der Zitronenpflanze *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Methicillin-empfindliche Staphylococcus aureus (MSSA)*, *Methicillin-resistente Staphylococcus aureus (MRSA)* und *Klebsiella pneumoniae*-Bakterien wirksam abtötete. Daher hat sich das antibakterielle Flüssigseifenprodukt mit dem Produktcode BR als wirksam bei der Abtötung von *Staphylococcus aureus*-Bakterien mit einer starken Kategorie erwiesen. Andere in diesem Produkt enthaltene Verbindungen sind *Kaliumhydroxid*, *Myristinsäure*, *Laurylhydroxysultain*, *Duftstoff (Parfüm)*, *Glykoldistearat*, *Palmitinsäure*, *Laureth-4-Carbonsäure*, *Natriumchlorid*, *Natriumlaurethsulfat*, *Hydroxyethylcellulose*, *Triclosan* *Etidronsäure*, *Butylenglykol* und *Tetranatrium EDTA*.

Flüssigseifenprodukt mit Code D hat nachweislich antibakterielle Eigenschaften bei der Hemmung des Wachstums von *Staphylococcus aureus*-Bakterien mit mittlerer Kategorie. Dieses Produkt hat einen Wirkstoff Laurinsäure, der antibakteriell und entzündungshemmend wirkt, was gut für empfindliche Hauttypen ist, es gibt keine Kombinationen von natürlichen Inhaltsstoffen in diesem Produkt. Die anderen in diesem Produkt enthaltenen Verbindungen sind *Kaliumhydroxid*, *Myristinsäure*, *Laurylhydroxysultain*, *Glykoldistearat*, *Duftstoff (Parfüm)*, *Palmitinsäure*, *Laureth-4*, *Carbonsäure*, *Natriumlaurethsulfat*, *Hydroxyethylcellulose* und *Etidronsäure*.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass antibakterielle Flüssigseifenprodukte mit den Codes E und F das Wachstum von *Staphylococcus aureus*-Bakterien nicht hemmen können. Basierend auf den Informationen auf der Produktverpackung hat Flüssigseife mit dem Code E einen Wirkstoff aus Laurinsäure, und andere in diesem Produkt enthaltene Verbindungen sind *Myristinsäure, Kaliumhydroxid, Natrium Laurethsulfat, Glycerin, Cocamidopropylbetain, Parfüm, Monolaurylphosphat, Propylenglykol, Palmitinsäure, Kokosfettsäuredierhanolamid, PEG-4, Distearylether, Natrium-PCA, Distearylether, Guarhydroxypropyltriammoniumchlorid, Petylenglykol, Natriumlactat, Milchsäure Säure, Serin, Sorbit, Methylisothiazolinon und Allantoin*. Während das antibakterielle Flüssigseifenprodukt mit dem Code F einen Wirkstoff hat, nämlich Laurinsäure, besteht die Zusammensetzung anderer Verbindungen aus *Myristinsäure, Kaliumhydroxid, Kaliumchlorid, Palmitinsäure, Natriumlaurethsulfat, Parfüm, Glykol, Distearat, Cocamidopropylbetain, Hydroxypropylmethylcellulose, Tetranatrium-EDTA, Etidronsäure und Methylisothiazolonen*. Im Allgemeinen haben beide Produkte (E und F) aktive Verbindungen von Laurinsäure und Myristinsäure, aber in dieser Studie gab es keine Hemmzone, es ist möglich, dass die Gehalte dieser Verbindungen in diesem Produkt niedrig waren, so dass es nicht hemmen konnte das Wachstum von *Staphylococcus aureus* Bakterien.