

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Data hasil penelitian yang dibahas pada penelitian ini berupa data hasil pengukuran lebar zona hambat (dengan satuan mm). Daerah zona hambat adalah jarak antara sisi terluar paper disc yang mengandung variasi faktor kapur dan tawas dengan konsentrasi yang telah ditentukan dalam penelitian dengan koloni bakteri *Staphylococcus aureus* yang ditumbuhkan pada medium lempeng NA (*Nutrien Agar*) yang terlihat bening.⁹¹ Dalam hal ini pengukuran yang dilakukan adalah dengan mengukur jarak koloni biakan *Staphylococcus aureus* yang terdekat dengan *paper disc*. Pengukuran zona hambat dilakukan pada umur 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, dan 4 x 24 jam setelah pemberian perlakuan.

B. Hasil Penelitian

1. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam.

Hasil pengukuran lebar zona hambat dari pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam sebagai akibat dari perlakuan kapur dan tawas dapat di lihat pada Lampiran 1 tabel 1a dan 1.b. Data rata-rata zona hambat (mm) selengkapnya disajikan pada Tebel 4.1.

⁹¹ M. J Pelczar, Jr dan E. C. S Chan, *Dasar – Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : Universitas Indonesia, 2009, h. 503.

Tabel 4.1 Rata-rata Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{x + 1/2}$

No.	Perlakuan Kombinasi		Zona Hambat (mm)		Data Transformasi	
	Kapur	Tawas	Total	\bar{x}	Total	\bar{x}
1.	K ₀ (0%)	T ₀ (0%)	0	0	1,414	0,707
2.		T ₁ (2%)	4,4	2,2	3,285	1,643
3.		T ₂ (4%)	5,7	2,85	3,661	1,830
4.		T ₃ (6%)	6,6	3,3	3,898	1,949
5.	K ₁ (5%)	T ₀ (0%)	0,7	0,35	1,843	0,921
6.		T ₁ (2%)	0,7	0,35	1,843	0,921
7.		T ₂ (4%)	1,0	0,5	2,000	1,000
8.		T ₃ (6%)	0,9	0,45	1,949	0,975
9.	K ₂ (10%)	T ₀ (0%)	0,7	0,35	1,843	0,921
10.		T ₁ (2%)	0,7	0,35	1,843	0,921
11.		T ₂ (4%)	1,0	0,5	2,000	1,000
12.		T ₃ (6%)	1,4	0,7	2,189	1,095
13.	K ₃ (15%)	T ₀ (0%)	1,1	0,55	2,049	1,025
14.		T ₁ (2%)	1,5	0,75	2,144	1,072
15.		T ₂ (4%)	1,8	0,9	2,360	1,180
16.		T ₃ (6%)	1,9	0,95	2,405	1,203

Tabel 4.1 di atas menunjukkan pengukuran rata-rata lebar zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang diberikan perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan hasil yang bervariasi dari setiap taraf perlakuan. Hal ini terlihat dari rata-rata terkecil terdapat pada taraf K₀T₀ (0%0%) memiliki rata-rata 0 mm, sedangkan rata-rata terbesar terdapat pada taraf K₀T₃ (0%6%), yaitu memiliki rata-rata 3,3.

Pengaruh dari variasi faktor kapur ataupun tawas, diketahui dengan cara menyusun data pada Tabel 4.1. ke dalam bentuk “Two Way Table” (Tabel 4.2 dan 4.3).

Tabel 4.2 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	0	2,2	2,85	3,3	8,35
K ₁	0,35	0,35	0,5	0,45	1,65
K ₂	0,35	0,35	0,5	0,7	1,9
K ₃	0,55	0,75	0,9	0,95	3,15
Total Tawas (T)	1,25	3,65	4,75	5,4	15,050

Tabel 4.3 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam setelah

Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	1,414	3,285	3,661	3,898	12,258
K ₁	1,843	1,843	2,000	1,949	7,635
K ₂	1,843	1,843	2,000	2,189	7,875
K ₃	2,049	2,144	2,360	2,405	8,958
Total Tawas (T)	7,149	9,115	10,021	10,441	36,726

Hasil ringkasan analisis variansi faktorial untuk variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.4 Ringkasan Analisis Variansi untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{-hitung}	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan kombinasi	15	3,707				
Kapur	3	1,702	0,567	283,5**	3,240	5,290
Tawas	3	0,803	0,268	134**	3,240	5,290
Interaksi KxT	9	1,202	0,133	66,5**	2,540	3,780
Acak (galat)	16	0,039	0,002			
Total	31					

Keterangan :

- * = Berbeda Nyata
- ** = Berbeda Sangat Nyata
- tn = Tidak Berbeda Nyata

a. Analisis Variasi Faktor Kapur (K)

Hasil analisis sidik ragam faktorial seperti tersaji pada Tabel 4.4 menunjukkan nilai F_{hitung} (283,5) lebih besar dari pada nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima dan dapat dinyatakan bahwa perlakuan variasi faktor kapur yang diberikan berpengaruh sangat signifikan terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam.

Pengamatan pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam memiliki nilai Koefisien Keragaman (KK) sebesar 3,920 % dan nilai F_{hitung} (283,5) yang lebih besar dari F_{Tabel} 1% (5,290). Hal ini menyebabkan hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima sedangkan hipotesis penelitian (H_0) ditolak. Nilai Koefisien Keragaman (KK) sebesar 3,920 % menunjukkan bahwa variasi dari sebaran data tidak beragam.

Tabel 4.5 Uji BNT 1% untuk Variasi Faktor Kapur terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam setelah Ditransformasikan

$$\text{ke } \sqrt{X + 1/2}$$

Taraf Kapur	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₁	7,635	0,954	a
K ₂	7,875	0,984	a
K ₃	8,958	1,120	b
K ₀	12,258	1,532	c
Hasil uji BNT 1% = 0,064			

Berdasarkan hasil uji BNT 1% pada Tabel 4.5 diketahui bahwa perlakuan kapur taraf K₃ (notasi b) berbeda sangat nyata terhadap taraf perlakuan K₁ dan K₂ (notasi a) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Tetapi pengaruh taraf K₃ ini lebih rendah dibandingkan kontrol (K₀) yang memiliki notasi c. Oleh karena itu, pada umur 1 x 24 jam ini tidak ada taraf optimal untuk perlakuan variasi faktor kapur. Mengacu pada taraf perlakuan, semua taraf perlakuan variasi faktor kapur lebih rendah dari kontrol (tanpa kapur) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

b. Analisis Variasi Faktor Tawas (T)

Tabel 4.4, hasil analisis sidik ragam faktorial menunjukkan bahwa perlakuan variasi faktor tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada taraf signifikansi 1% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam. Hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} (134) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a)

yang diajukan dapat diterima dan dapat dinyatakan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan.

Taraf optimal untuk pengaruh setiap taraf perlakuan pemberian variasi faktor tawas terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat diketahui dari hasil uji BNT 1%. Karena harga KK (3,920 %) adalah termasuk rendah, kemungkinan adanya *error* dalam pengacakan, dan agar kesimpulan tidak beresiko, maka uji BNT dilakukan pada taraf signifikan 1%.

Tabel 4.6 Uji BNT 1% untuk Variasi Faktor Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam setelah Ditransformasikan

$$\text{ke } \sqrt{X + 1/2}$$

Taraf Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
T ₀	7,149	0,894	a
T ₁	9,115	1,139	b
T ₂	10,021	1,253	c
T ₃	10,441	1,305	c
Hasil uji BNT 1% = 0,064			

Hasil uji BNT 1% yang terdapat pada Tabel 4.6 di atas menunjukkan bahwa variasi faktor tawas memiliki pengaruh yang nyata terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada taraf perlakuan T₀ (0%) memiliki notasi huruf a, T₁ (2%) memiliki notasi huruf b, T₂ (4%) dan T₃ (6%) memiliki notasi yang sama yaitu huruf c.

Taraf optimal pemberian variasi faktor tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T₂ (4%), karena taraf T₂ (4%) pengaruhnya berbeda nyata dengan T₀ (0%) dan T₁

(2%) namun tidak berbeda nyata dengan taraf perlakuan T_3 (6%). Hal ini berarti bahwa tawas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

c. Analisis untuk Kombinasi Kapur dan Tawas (KxT)

Tabel 4.1 di atas menunjukkan bahwa, perlakuan kombinasi pemberian variasi faktor kapur dan tawas terhadap lebar zona hambat (mm) pertumbuhan *Staphylococcus aureus* bervariasi dari setiap taraf pemberian perlakuan. Hal ini terlihat dari data asal rata-rata lebar daerah penghambatan pada taraf K_0T_0 (0%0%), dengan rata-rata 0 mm, sedangkan rata-rata terbesar zona hambat pertumbuhan terdapat pada taraf K_0T_3 (0%6%) dengan rata-rata 3,3 mm.

Hasil analisis sidik ragam faktorial seperti tersaji pada Tabel 4.4, menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada taraf signifikansi 1% terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam, hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} (66,5) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (3,780), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima pada taraf signifikansi 1%.

Tabel 4.7 Uji BNT 1% untuk Kombinasi Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

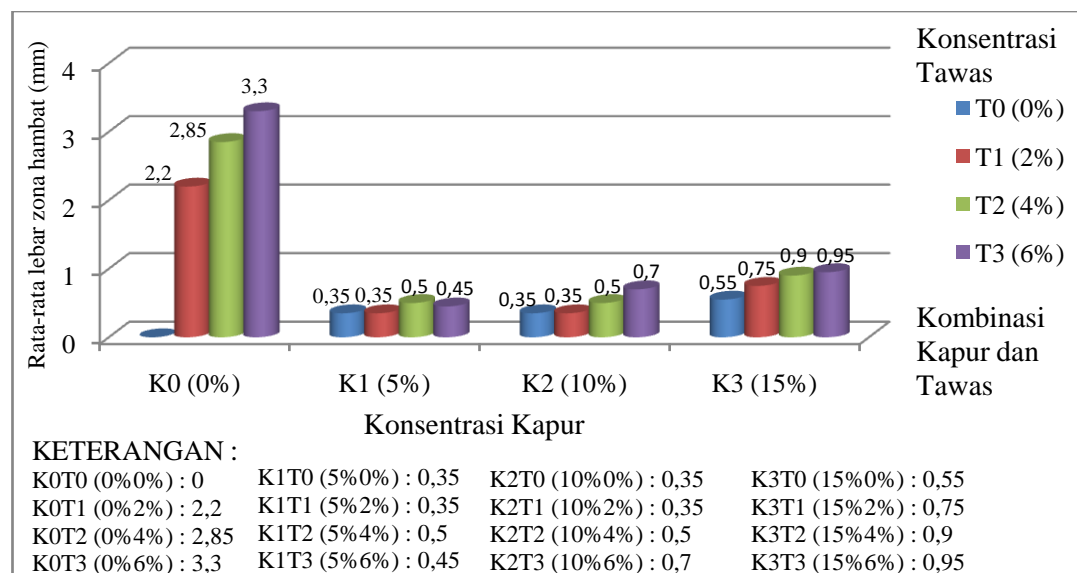
Perlakuan Kombinasi Kapur dan Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₀ T ₀	1,414	0,707	a
K ₁ T ₀	1,843	0,921	b
K ₁ T ₁	1,843	0,921	b
K ₂ T ₀	1,843	0,921	b
K ₂ T ₁	1,843	0,921	b
K ₁ T ₃	1,949	0,975	b c
K ₁ T ₂	2,000	1,000	b c
K ₂ T ₂	2,000	1,000	b c
K ₃ T ₀	2,049	1,025	b c
K ₃ T ₁	2,144	1,072	c d
K ₂ T ₃	2,189	1,095	c d e
K ₃ T ₂	2,360	1,180	d e
K ₃ T ₃	2,405	1,203	e
K ₀ T ₁	3,285	1,643	f
K ₀ T ₂	3,661	1,830	g
K ₀ T ₃	3,898	1,949	g
Hasil uji BNT 1% = 0,131			

Taraf optimal untuk pengaruh setiap taraf perlakuan kombinasi pemberian variasi faktor kapur dan tawas terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat diketahui dari hasil uji BNT 1%. Hasil uji BNT 1% menunjukkan bahwa kombinasi variasi faktor kapur dan tawas memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada taraf perlakuan K₁T₀ (5%0%), K₁T₁ (5%2%), K₂T₀ (10%0%), K₂T₁ (10%2%), K₁T₃ (5%6%), K₁T₂ (5%4%), K₂T₂ (10%4%), K₃T₀ (15%0%), memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf b, K₁T₃ (5%6%), K₁T₂ (5%4%), K₂T₂ (10%4%), K₃T₀ (15%0%), K₃T₁ (15%2%), K₂T₃

(10%6%), memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf c, K_3T_1 (15%2%), K_2T_3 (10%6%), K_3T_2 (15%4%), memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf d, K_2T_3 (10%6%), K_3T_2 (15%4%), K_3T_3 (15%6%), memiliki notasi huruf e, K_0T_1 (0%2%), memiliki notasi huruf f, sedangkan K_0T_2 (0%4%) dan K_2T_1 (0%6%), memiliki notasi huruf g.

Taraf perlakuan yang optimal berada pada taraf K_0T_2 (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K_0T_3 (0%6%) pengaruhnya tidak berbeda nyata (sama) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Konsentrasi Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) Umur 1 x 24 Jam



Gambar 4.1 Grafik pengaruh konsentrasi variasi faktor kapur dan tawas terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus*

aureus di atas menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang terlihat dari adanya zona hambat yang dihasilkan dari pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. lebar zona hambat dari setiap perlakuan memiliki variasi yang berbeda. Rata-rata lebar zona hamba pada taraf konsentrasi K_0T_1 (0%2%), sampai K_0T_3 (0%6%) ini menunjukkan bahwa, semakin besar konsentrasi variasi faktor tawas yang diberikan, zona hambat yang dihasilkan semakin meningkat. Pada taraf K_1T_0 (5%0%) sampai K_1T_2 (5%6%) zona hambat menunjukkan peningkatan, sedangkan pada taraf K_1T_3 (5%6%) mengalami penurunan.

Rata-rata lebar zona hambat mengalami peningkatan dari setiap taraf perlakuan terjadi pada taraf K_2T_0 (10%0%) sampai K_2T_3 (10%6%). Pada K_3T_0 (15%0%) sampai K_3T_3 (15%6%) rata-rata lebar zona hambat meningkat pada setiap taraf konsentrasi perlakuan yang diberikan.

2. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam.

Data hasil pengukuran lebar zona hambat dari pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x 24 jam sebagai akibat dari perlakuan kapur dan tawas dapat di lihat pada Lampiran 2 tabel 2.a dan 2.b. Data rata-rata zona hambat (mm) selengkapnya disajikan pada Tebel 4.8.

Tabel 4.8 Rata-rata Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

No.	Perlakuan Kombinasi		Zona Hambat (mm)		Data Transformasi	
	Kapur	Tawas	Total	\bar{x}	Total	\bar{x}
1.	K ₀ (0%)	T ₀ (0%)	0	0	1,414	0,707
2.		T ₁ (2%)	4,1	2,05	3,193	1,597
3.		T ₂ (4%)	5,3	2,65	3,550	1,775
4.		T ₃ (6%)	6,0	3,0	3,741	1,870
5.	K ₁ (5%)	T ₀ (0%)	0,3	0,15	1,601	0,800
6.		T ₁ (2%)	0,2	0,1	1,544	0,772
7.		T ₂ (4%)	0,6	0,3	1,788	0,894
8.		T ₃ (6%)	0,7	0,35	1,843	0,921
9.	K ₂ (10%)	T ₀ (0%)	0,3	0,15	1,601	0,800
10.		T ₁ (2%)	0,3	0,15	1,601	0,800
11.		T ₂ (4%)	0,8	0,4	1,898	0,949
12.		T ₃ (6%)	1,2	0,6	2,095	1,047
13.	K ₃ (15%)	T ₀ (0%)	0,8	0,4	1,898	0,949
14.		T ₁ (2%)	1,1	0,55	2,049	1,025
15.		T ₂ (4%)	1,5	0,75	2,232	1,116
16.		T ₃ (6%)	1,6	0,8	2,278	1,139

Tabel 4.8 di atas menunjukkan pengukuran rata-rata lebar zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x 24 jam yang diberikan perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan hasil yang bervariasi dari setiap taraf perlakuan yang diberikan. Hasil pengukuran data awal menunjukkan bahwa rata-rata terkecil terdapat pada taraf K₀T₀ (0%0%), memiliki rata-rata 0 mm, sedangkan rata-rata terbesar terdapat pada taraf K₀T₃ (0%6%), yaitu memiliki rata-rata 3,0 mm.

Pengaruh dari variasi faktor kapur ataupun tawas, diketahui dengan cara menyusun data pada Tabel 4.8 ke dalam bentuk “Two Way table” (Tabel 4.9 dan Tabel 4.10).

Tabel 4.9 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	0	2,05	2,65	3,0	7,7
K ₁	0,15	0,1	0,3	0,35	0,9
K ₂	0,15	0,15	0,4	0,6	1,3
K ₃	0,4	0,55	0,75	0,8	2,5
Total Tawas (T)	0,7	2,85	4,1	4,75	12,4

Tabel 4.10 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	1,414	3,193	3,550	3,741	11,898
K ₁	1,601	1,544	1,788	1,843	6,776
K ₂	1,601	1,601	1,898	2,095	7,195
K ₃	1,898	2,049	2,232	2,278	8,457
Total Tawas (T)	6,514	8,387	9,468	9,957	34,326

Hasil perhitungan dengan menggunakan ringkasan analisis sidik ragam faktorial dapat diketahui bahwa kombinasi variasi faktor kapur dan tawas terhadap lebar zona penghambatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* hasil perhitungan analisis variansi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Ringkasan Analisis Variansi untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{-hitung}	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan kombinasi	15	3,889				
Kapur	3	2,025	0,675	135**	3,240	5,290
Tawas	3	0,874	0,291	58,2**	3,240	5,290
Interaksi KxT	9	0,990	0,110	22**	2,540	3,780
Acak (galat)	16	0,083	0,005			
Total	31					

Keterangan :

- * = Berbeda Nyata
- ** = Berbeda Sangat Nyata
- tn = Tidak Berbeda Nyata

a. Analisis Variasi Faktor Kapur (K)

Tabel 4.11 hasil analisis sidik ragam faktorial untuk variasi faktor kapur menunjukkan bahwa perlakuan variasi faktor kapur mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada taraf signifikansi 1% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x 24 jam, hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} (135) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima dan dapat dinyatakan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh sangat signifikan.

Pengukuran lebar zona penghambatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x 24 jam memiliki nilai Koefisien Keragaman (KK) sebesar 6,611 % mendukung nilai F_{hitung} (135) yang lebih besar dari F_{Tabel} 1% (5,290).

Untuk mengetahui perlakuan pemberian konsentrasi variasi faktor kapur yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, maka dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Karena harga KK (6,611%) adalah termasuk rendah, kemungkinan adanya *error* dalam pengacakan, dan agar kesimpulan tidak beresiko, maka uji BNT dilakukan pada taraf signifikan 1%.

Tabel 4.12 Uji BNT 1% untuk Variasi Faktor Kapur terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam setelah Ditransformasikan

$$\text{ke } \sqrt{X + \frac{1}{2}}$$

Taraf Kapur	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₁	6,776	0,847	a
K ₂	7,195	0,899	a
K ₃	8,457	1,057	b
K ₀	11,898	1,487	c
Hasil uji BNT 1% = 0,102			

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa variasi faktor kapur memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Berdasarkan hasil uji BNT 1% pada Tabel 4.12 diketahui bahwa perlakuan variasi faktor kapur taraf K₃ (notasi b) berbeda sangat nyata terhadap taraf perlakuan K₁ dan K₂ memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf a dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Tetapi pengaruh taraf K₃ ini lebih rendah dibandingkan kontrol (K₀) yang memiliki notasi huruf c. Oleh karena itu, pada umur 2 x 24 jam ini tidak ada taraf optimal untuk perlakuan variasi faktor kapur.

b. Analisis Variasi Faktor Tawas (T)

Hasil analisis sidik ragam faktorial pada Tabel 4.11 untuk variasi faktor tawas di atas menunjukkan bahwa perlakuan variasi faktor tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada taraf signifikansi 1% pada umur 2 x 24 jam. Tabel 4.11 tersebut terlihat bahwa nilai F_{hitung} (58,2) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima.

Untuk mengetahui perlakuan pemberian konsentrasi tawas yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, maka dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Karena harga KK (6,611%) adalah termasuk rendah, kemungkinan adanya *error* dalam pengacakan, dan agar kesimpulan tidak berresiko, maka uji BNT dilakukan pada taraf signifikan 1%.

Tabel 4.13 Uji BNT 5% untuk Variasi Faktor Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam setelah Ditransformasikan

ke $\sqrt{X + 1/2}$

Taraf Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
T ₀	6,514	0,814	a
T ₂	8,387	1,048	b
T ₁	9,468	1,183	c
T ₃	9,957	1,245	c
Hasil uji BNT 5% = 0,102			

Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 1% menunjukkan bahwa variasi faktor tawas memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap

pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x 24 jam. Pada taraf perlakuan T₀ (0%), memiliki notasi a, taraf T₂ (4%), memiliki notasi huruf b, T₁ (2%) dan T₃ (6%) memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf c.

Taraf optimal pemberian variasi faktor tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T₂ (4%), karena taraf T₂ (4%) pengaruhnya berbeda nyata dengan T₀ (0%) dan T₁ (2%) namun tidak berbeda nyata dengan taraf perlakuan T₃ (6%) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini berarti bahwa variasi faktor tawas sangat berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

c. Analisis untuk Kombinasi Kapur dan Tawas (KxT)

Tabel 4.8 di atas menunjukkan bahwa, perlakuan kombinasi pemberian variasi faktor kapur dan tawas terhadap lebar zona hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* bervariasi dari setiap taraf pemberian perlakuan. Hal ini terlihat dari data awal rata-rata lebar daerah penghambatan pada taraf K₀T₀ (0%0%), dengan rata-rata 0 mm, sedangkan rata-rata terbesar zona hambat pertumbuhan terdapat pada taraf K₀T₃ (0%6%) dengan rata-rata 3,0 mm.

Hasil analisis sidik ragam faktorial seperti tersaji pada Tabel 4.11, menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi antara variasi faktor kapur dan tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada taraf signifikansi 1% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x

24 jam, hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} (22,000) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (3,780), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima pada taraf signifikansi 1%.

Taraf optimal dari pengaruh setiap taraf perakuan kombinasi pemberian variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat diketahui dari hasil uji BNT 1%.

Tabel 4.14 Uji BNT 1% untuk Kombinasi Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

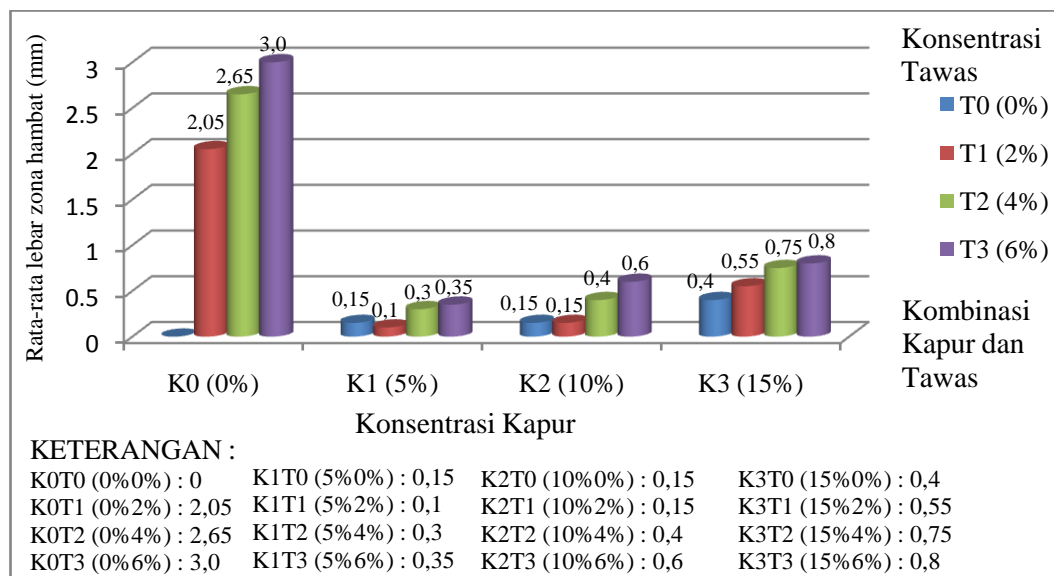
Perlakuan Kombinasi Kapur dan Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₀ T ₀	1,414	0,707	a
K ₁ T ₀	1,544	0,771	a b
K ₁ T ₁	1,601	0,800	a b
K ₂ T ₀	1,601	0,800	a b
K ₂ T ₁	1,601	0,800	a b
K ₁ T ₂	1,788	0,894	a b c
K ₁ T ₃	1,843	0,921	b c d
K ₂ T ₂	1,898	0,949	b c d e
K ₃ T ₀	1,898	0,949	b c d e
K ₃ T ₁	2,049	1,025	c d e
K ₂ T ₃	2,095	1,047	c d e
K ₃ T ₂	2,232	1,116	d e
K ₃ T ₃	2,278	1,139	e
K ₀ T ₁	3,193	1,597	f
K ₀ T ₂	3,550	1,775	f g
K ₀ T ₃	3,741	1,870	g
Hasil uji BNT 1% = 0,207			

Hasil uji BNT 1% di atas menunjukkan bahwa kombinasi variasi faktor kapur dan tawas memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada taraf perlakuan K₀T₀ (0%0%), K₁T₀ (5%0%), K₁T₁ (5%2%), K₂T₀

(10%0%), K_2T_1 (10%2%), K_1T_2 (5%4%), memiliki notasi huruf a, K_1T_0 (5%0%), K_1T_1 (5%2%), K_2T_0 (10%0%), K_2T_1 (10%2%), K_1T_2 (5%4%), K_1T_3 (5%6%), K_2T_2 (10%4%), K_3T_0 (15%0%), memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf b, K_1T_2 (5%4%), K_1T_3 (5%6%), K_2T_2 (10%4%), K_3T_0 (15%0%), K_3T_1 (15%2%), K_2T_3 (10%6%), memiliki notasi huruf c, K_1T_3 (5%6%), K_2T_2 (10%4%), K_3T_0 (15%0%), K_3T_1 (15%2%), K_2T_3 (10%6%), K_3T_2 (15%4%), memiliki notasi huruf d, K_2T_2 (10%4%), K_3T_0 (15%0%), K_3T_1 (15%2%), K_2T_3 (10%6%), K_3T_2 (15%4%), K_3T_3 (15%6%), memiliki notasi huruf e, K_0T_1 (0%2%) dan K_0T_2 (0%4%), memiliki notasi huruf f dan g, sedangkan K_0T_3 (0%6%) memiliki notasi huruf g.

Taraf perlakuan yang optimal berada pada taraf K_0T_2 (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan taraf perlakuan K_0T_3 (0%6%) terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) Umur 2 x 24 Jam



Pengaruh konsentrasi dari variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x 24 jam dapat dilihat pada Gambar 4.2 di atas yang menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang terlihat dari masih adanya zona hambat meskipun semakin menurun nilai rata-rata yang dihasilkan dari umur 1 x 24 jam.

3. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam.

Pengukuran lebar zona hambat dari pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 3 x 24 jam dapat dilihat pada lampiran 3

tabel 3.a dan 3.b. data rata-rata zona hambat (mm) selengkapnya disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Rata-rata Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

No.	Perlakuan Kombinasi		Zona Hambat (mm)		Data Transformasi	
	Kapur	Tawas	Total	\bar{x}	Total	\bar{x}
1.	K ₀ (0%)	T ₀ (0%)	0	0	1,414	0,707
2.		T ₁ (2%)	3,7	1,85	3,066	1,533
3.		T ₂ (4%)	5,0	2,5	3,464	1,732
4.		T ₃ (6%)	5,6	2,8	3,633	1,817
5.	K ₁ (5%)	T ₀ (0%)	0,2	0,1	1,544	0,772
6.		T ₁ (2%)	0,2	0,1	1,544	0,772
7.		T ₂ (4%)	0,4	0,2	1,674	0,837
8.		T ₃ (6%)	0,6	0,3	1,788	0,894
9.	K ₂ (10%)	T ₀ (0%)	0,2	0,1	1,544	0,772
10.		T ₁ (2%)	0,3	0,15	1,601	0,800
11.		T ₂ (4%)	0,6	0,3	1,788	0,894
12.		T ₃ (6%)	0,9	0,45	1,949	0,975
13.	K ₃ (15%)	T ₀ (0%)	0,6	0,3	1,788	0,894
14.		T ₁ (2%)	0,8	0,4	1,898	0,949
15.		T ₂ (4%)	1,2	0,6	2,095	1,047
16.		T ₃ (6%)	1,4	0,7	2,189	1,095

Data pada Tabel 4.15 di atas menunjukkan pengukuran rata-rata lebar zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 3 x 24 jam yang diberikan perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan bahwa terdapat keragaman dari setiap taraf perlakuan yang diberikan. Hal ini ditunjukkan dari rata-rata perlakuan kombinasi yang diberikan, rata-rata terkecil terdapat pada taraf K₀T₀ (0%0%), memiliki rata-rata 0 mm, sedangkan lebar zona hambat rata-rata terbesar terdapat pada taraf perlakuan K₀T₃ (0%6%), yaitu dengan memiliki nilai rata-rata 2,8 mm.

Sebagaimana pada pembahasan terdahulu, bahwa untuk mengetahui pengaruh dari variasi faktor kapur ataupun tawas, maka disusunlah data pada Tabel 4.15 ke dalam bentuk “Two Way Table” (Tabel 4.16 dan Tabel 4.17).

Tabel 4.16 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	0	1,85	2,5	2,8	7,15
K ₁	0,1	0,1	0,2	0,3	0,7
K ₂	0,1	0,15	0,3	0,45	1,0
K ₃	0,3	0,4	0,6	0,7	2,0
Total Tawas (T)	0,5	2,5	3,6	4,25	10,85

Tabel 4.17 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam setelah

Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	1,414	3,066	3,464	3,633	11,577
K ₁	1,544	1,544	1,674	1,788	6,550
K ₂	1,544	1,601	1,788	1,949	6,882
K ₃	1,788	1,898	2,095	2,189	7,970
Total Tawas (T)	6,290	8,109	9,021	9,559	32,979

Hasil ringkasan analisis variansi juga dapat diketahui bahwa pengaruh variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat di lihat pada ringkasan analisis variansi yang terdapat pada Tabel 4.18, sedangkan perhitungan selengkapnya terdapat pada lampiran 3 tabel 3.c.

Tabel 4.18 Ringkasan Analisis Variansi untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{hitung}	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan kombinasi	15	3,661				
Kapur	3	1,989	0,663	221**	3,240	5,290
Tawas	3	0,771	0,257	85,667**	3,240	5,290
Interaksi KxT	9	0,901	0,100	33,333**	2,540	3,780
Acak (galat)	16	0,046	0,003			
Total	31					

Keterangan :

* = Berbeda Nyata

** = Berbeda Sangat Nyata

tn = Tidak Berbeda Nyata

a. Analisis Variasi Faktor Kapur (K)

Tabel 4.18 ringkasan hasil analisis sidik ragam faktorial untuk variasi faktor kapur menunjukkan bahwa perlakuan variasi kapur mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada taraf signifikansi 1% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 3 x 24 jam. Hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} (221) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima dan dapat dinyatakan bahwa perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas yang diberikan berpengaruh yang sangat signifikan.

Pengukuran lebar zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 3 x 24 jam memiliki nilai Koefisien Keragaman (KK) sebesar 5,335 % mendukung nilai F_{hitung} (221) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290).

Tabel 4.19 Uji BNT 1% untuk Variasi Faktor Kapur terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Taraf Kapur	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₁	6,550	0,819	a
K ₂	6,882	0,860	a
K ₃	7,970	0,996	b
K ₀	11,577	1,447	c
Hasil uji BNT 1% = 0,079			

Berdasarkan hasil uji BNT 1% pada Tabel 4.5 diketahui bahwa perlakuan variasi faktor kapur taraf K₃ (notasi b) berbeda sangat nyata terhadap taraf perlakuan K₁ dan K₂ (notasi a) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Tetapi pengaruh taraf K₃ ini lebih rendah dibandingkan kontrol (K₀) yang memiliki notasi c. Oleh karena itu, pada umur 3 x 24 jam ini tidak ada taraf optimal untuk perlakuan kapur.

b. Analisis Variasi Faktor Tawas (T)

Hasil pengukuran lebar zona hambat bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 3 x 24 jam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian variasi faktor tawas berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, rata-rata lebar zona hambat (mm) dapat di lihat pada Tabel 4.15 dan ringkasan analisis variansi dapat di lihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 hasil analisis sidik ragam faktorial untuk variasi faktor tawas di atas menunjukkan bahwa perlakuan variasi faktor tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bakteri

Staphylococcus aureus pada taraf signifikansi 1% pada umur 3 x 24 jam. Tabel 4.18 tersebut terlihat bahwa nilai F_{hitung} (85,667) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima.

Taraf perlakuan optimal pemberian konsentrasi variasi faktor tawas terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, maka dapat diketahui melalui uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Karena harga KK (5,335%) adalah termasuk rendah, kemungkinan adanya *error* dalam pengacakan, dan agar kesimpulan tidak beresiko, maka uji BNT dilakukan pada taraf signifikan 1%.

Tabel 4.20 Uji BNT 5% untuk Faktor Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke

$$\sqrt{X + 1/2}$$

Taraf Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
T ₀	6,290	0,786	a
T ₁	8,109	1,014	b
T ₂	9,021	1,128	c
T ₃	9,559	1,195	c
Hasil uji BNT 1% = 0.079			

Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Terkecil (1%) bahwa variasi faktor tawas memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada Tabel 4.20 di atas. Pada taraf perlakuan T₀ (0%) memiliki notasi huruf a, T₁ (2%) memiliki notasi huruf b, T₂ (4%) dan T₃ (6%) memiliki notasi yang sama yaitu huruf c.

Taraf optimal pemberian variasi faktor tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T_2 (4%), karena taraf T_2 (4%) pengaruhnya berbeda nyata dengan T_0 (0%) dan T_1 (2%) namun tidak berbeda nyata dengan taraf perlakuan T_3 (6%) terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini berarti bahwa variasi faktor tawas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

c. Analisis untuk Kombinasi Kapur dan Tawas (KxT)

Tabel 4.15 di atas menunjukkan bahwa, perlakuan kombinasi pemberian variasi faktor kapur dan tawas terhadap lebar zona hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* sangat bervariasi dari setiap taraf perlakuan. Hal ini terlihat dari data awal rata-rata lebar daerah penghambatan pada taraf K_0T_0 (0%0%), dengan rata-rata 0 mm, sedangkan rata-rata terbesar zona hambat pertumbuhan terdapat pada taraf K_0T_3 (0%6%) dengan rata-rata 2,8 mm. Data di atas menunjukkan bahwa pengukuran pada umur 3 x 24 jam ini terdapat variasi data yang tidak beragam.

Hasil analisis sidik ragam faktorial seperti tersaji pada Tabel 4.18, menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi antara variasi faktor kapur dan tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada taraf signifikansi 1% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 3 x 24 jam, hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} (221) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (3,780), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat

diterima pada taraf signifikansi 1%. Karena harga KK (5,335 %) adalah termasuk rendah, kemungkinan adanya *error* dalam pengacakan, dan agar kesimpulan tidak beresiko, maka uji Beda Nyata Terkecil (BNT) disarankan pada taraf signifikansi 1%.

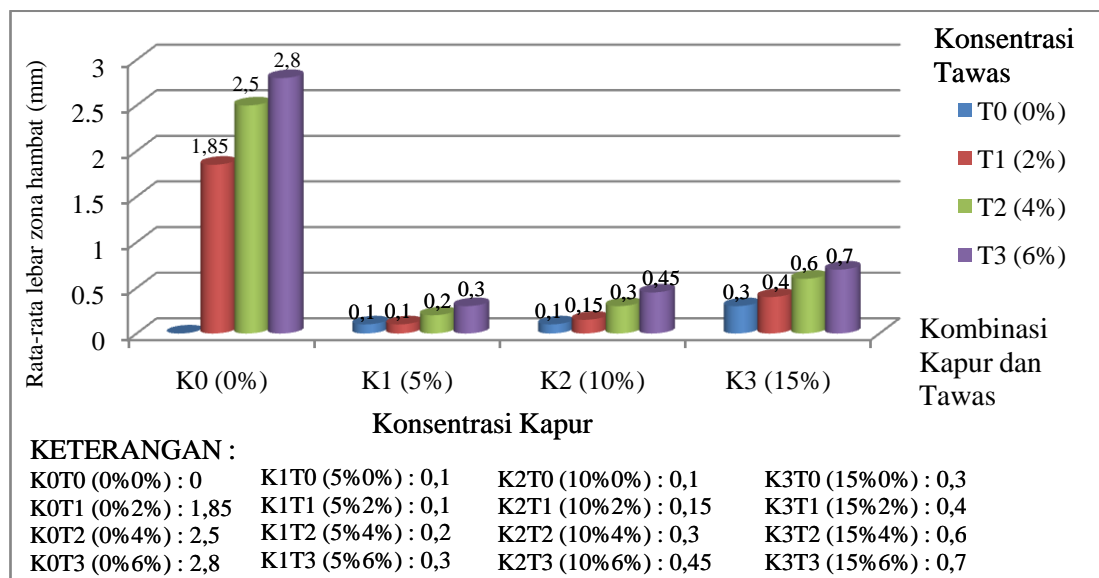
Tabel 4.21 Uji BNT 1% untuk kombinasi Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 3 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Perlakuan Kombinasi Kapur dan Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₀ T ₀	1,414	0,707	a
K ₁ T ₀	1,544	0,772	a b
K ₁ T ₁	1,544	0,772	a b
K ₂ T ₀	1,544	0,772	a b
K ₂ T ₁	1,601	0,800	a b c
K ₁ T ₂	1,674	0,837	a b c d
K ₁ T ₃	1,788	0,894	b c d e
K ₂ T ₂	1,788	0,894	b c d e
K ₃ T ₀	1,788	0,894	b c d e
K ₃ T ₁	1,898	0,949	c d e f
K ₂ T ₃	1,949	0,975	d e f
K ₃ T ₂	2,095	1,047	e f
K ₃ T ₃	2,189	1,095	f
K ₀ T ₁	3,066	1,533	g
K ₀ T ₂	3,464	1,732	h
K ₀ T ₃	3,633	1,817	h
Hasil uji BNT 1% = 0,161			

Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada Tabel 4.21 di atas, bahwa perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Taraf perlakuan yang optimal berada pada taraf K₀T₂ (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-

taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K_0T_3 (0%6%) tidak berbeda nyata (sama) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) Umur 3 x 24 Jam



Grafik 4.3 di atas menunjukkan bahwa pada umur 3 x 24 jam variasi faktor kapur dan tawas masih memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* tetapi zona hambat yang dihasilkan semakin menurun. Penurunan ini bisa diakibatkan oleh kemampuan dari variasi faktor kapur dan tawas yang semakin menurun terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, sehingga pengaruh yang dihasilkan semakin menurun.

4. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam.

Pengukuran lebar zona hambat (mm) dari pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam sebagai akibat dari perlakuan pemberian kombinasi variasi faktor kapur dan tawas dapat di lihat pada Lampiran 4 tabel 4.a dan 4.b. Data rata-rata zona hambat (mm) selengkapnya disajikan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Rata-rata Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

No.	Perlakuan Kombinasi		Zona Hambat (mm)		Data Transformasi	
	Kapur	Tawas	Total	\bar{x}	Total	\bar{x}
1.	K ₀ (0%)	T ₀ (0%)	0	0	1,414	0,707
2.		T ₁ (2%)	2,7	1,35	2,720	1,360
3.		T ₂ (4%)	3,7	1,85	3,066	1,533
4.		T ₃ (6%)	4,5	2,25	3,315	1,657
5.	K ₁ (5%)	T ₀ (0%)	0	0	1,414	0,707
6.		T ₁ (2%)	0	0	1,414	0,707
7.		T ₂ (4%)	0	0	1,414	0,707
8.		T ₃ (6%)	0	0	1,414	0,707
9.	K ₂ (10%)	T ₀ (0%)	0	0	1,414	0,707
10.		T ₁ (2%)	0	0	1,414	0,707
11.		T ₂ (4%)	0	0	1,414	0,707
12.		T ₃ (6%)	0	0	1,414	0,707
13.	K ₃ (15%)	T ₀ (0%)	0	0	1,414	0,707
14.		T ₁ (2%)	0	0	1,414	0,707
15.		T ₂ (4%)	0,2	0,1	1,544	0,772
16.		T ₃ (6%)	0,2	0,1	1,544	0,772

Tabel 4.22 di atas menunjukkan bahwa pengukuran rata-rata lebar zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam yang diberikan perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan hasil yang bervariasi dari setiap taraf perlakuan yang

diberikan. Hal ini terlihat dari rata-rata perlakuan kombinasi yang diberikan, rata-rata terkecil terdapat pada taraf K_0T_0 (0%0%), memiliki rata-rata 0 mm, sedangkan rata-rata terbesar terdapat pada taraf K_0T_3 (0%6%), yaitu memiliki rata-rata 2,25 mm.

Pengaruh dari variasi faktor kapur ataupun tawas, diketahui dengan cara menyusun data pada Tabel 4.22 ke dalam bentuk “Two Way Table” Tabel (Tabel 4.23 dan Tabel 24).

Tabel 4.23 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	0	1,35	1,85	2,25	5,45
K ₁	0	0	0	0	0
K ₂	0	0	0	0	0
K ₃	0	0	0,1	0,1	0,2
Total Tawas (T)	0	1,35	1,95	2,35	5,65

Tabel 4.24 “Two Way Table” untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam setelah

Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Kapur (K)	Tawas (T)				Total Kapur (K)
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
K ₀	1,414	2,720	3,066	3,315	10,515
K ₁	1,414	1,414	1,414	1,414	5,656
K ₂	1,414	1,414	1,414	1,414	5,656
K ₃	1,414	1,414	1,544	1,544	5,916
Total Tawas (T)	5,656	6,962	7,438	7,687	27,743

Hasil ringkasan analisis variansi faktorial untuk faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Ringkasan Analisis Variansi untuk variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{-hitung}	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan kombinasi	15	3,220				
Kapur	3	2,141	0,714	357**	3,240	5,290
Tawas	3	0,307	0,102	51**	3,240	5,290
Interaksi KxT	9	0,771	0,086	43**	2,540	3,780
Acak (galat)	16	0,027	0,002			
Total	31					

Keterangan :

* = Berbeda Nyata

** = Berbeda Sangat Nyata

tn = Tidak Berbeda Nyata

a. Hasil Analisis Variasi Faktor Kapur (K)

Hasil analisis sidik ragam faktorial seperti tersaji pada Tabel 4.25, menunjukkan nilai F_{hitung} (357) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima dan dapat dinyatakan bahwa perlakuan variasi faktor kapur berpengaruh sangat signifikan terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam.

Pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam mempunyai nilai Koefisien Keragaman (KK) sebesar 5,158 % mendukung nilai F_{hitung} (357) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290)

ini menunjukkan bahwa variasi data dari sebaran data yang tidak beragam.

Tabel 4.26 Uji BNT 1% untuk Variasi Faktor Kapur terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam setelah Ditransformasikan

$$\text{ke } \sqrt{X + 1/2}$$

Taraf Kapur	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₁	5,656	0,707	a
K ₂	5,656	0,707	a
K ₃	5,916	0,739	a
K ₀	10,515	1,314	b
Hasil Uji BNT 1% = 0,064			

Tabel di atas menunjukkan bahwa perlakuan pemberian variasi faktor kapur masih memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam, hal ini terlihat dari beberapa taraf perlakuan yang masih menunjukkan adanya lebar zona hambat yang dihasilkan. Taraf-taraf perlakuan di atas memiliki notasi sebagai berikut, notasi huruf a berada pada taraf konsentrasi K₁ (5%), K₂ (10%), K₃ (15%). Sedangkan notasi huruf b berada pada taraf konsentrasi K₀ (0%).

Hasil uji BNT 1% pada umur 4 x 24 jam menunjukkan bahwa variasi faktor kapur berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

b. Analisis Variasi Faktor Tawas (T)

Data hasil penelitian dari hasil pengukuran lebar zona hambat bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam menunjukkan

bahwa perlakuan pemberian variasi faktor tawas berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, rata-rata lebar zona hambat (mm) dapat dilihat pada Tabel 4.22 dan ringkasan analisis variansi terdapat pada Tabel 4.25.

Tabel analisis varians yang terdapat pada Tabel 4.25 untuk faktor tawas di atas menunjukkan bahwa perlakuan variasi faktor tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada taraf signifikansi 1% pada umur 4 x 24 jam. Pada Tabel 4.25 tersebut terlihat bahwa nilai F_{hitung} (51) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (5,290), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima.

Taraf optimal perlakuan pemberian variasi faktor tawas terhadap zona hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, dapat diketahui dari uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Karena harga KK (5,158%) adalah termasuk rendah, kemungkinan adanya *error* dalam pengacakan, dan agar kesimpulan tidak beresiko, maka uji BNT dilakukan pada taraf signifikan 1%.

Tabel 4.27 Uji BNT 1% untuk Variasi Faktor Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam setelah Ditransformasikan

$$\text{ke } \sqrt{X + 1/2}$$

Taraf Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
T ₀	5,656	0,707	a
T ₁	6,962	0,870	b
T ₂	7,438	0,930	b c
T ₃	7,687	0,961	c
Hasil Uji BNT 1% = 0,064			

Tabel 4.27 di atas menunjukkan bahwa notasi-notasi pada setiap taraf perlakuan variasi faktor tawas memiliki huruf-huruf yang berbeda. Huruf a terdapat pada taraf perlakuan T_0 (0%), notasi huruf b terdapat pada taraf T_1 (2%), T_2 (4%), notasi huruf c terdapat pada taraf T_2 (4%) dan T_3 (6%). Taraf optimal pemberian tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T_2 (4%), karena taraf T_2 (4%) pengaruhnya berbeda nyata dengan T_0 (0%) namun tidak berbeda nyata dengan taraf perlakuan T_3 (6%) terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

c. Analisis untuk Kombinasi Kapur dan Tawas (KxT)

Tabel 4.22 di atas menunjukkan bahwa lebar zona penghambatan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* bervariasi dari setiap taraf perlakuan. Data awal rata-rata terkecil terdapat pada taraf K_0T_0 (0%0%), dengan rata-rata 0 mm, sedangkan rata-rata terbesar zona hambat pertumbuhan terdapat pada taraf K_0T_3 (0%6%) dengan rata-rata 2,25 mm.

Hasil analisis sidik ragam faktorial seperti tersaji pada Tabel 4.25, menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas mempunyai pengaruh yang sangat nyata pada taraf signifikansi 1% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam. Hal ini terlihat dari nilai F_{hitung} (43) yang lebih besar dari nilai F_{Tabel} 1% (3,780), sehingga hipotesis penelitian (H_a) yang diajukan dapat diterima pada taraf signifikansi 1%. Karena harga KK (5,335 %) adalah termasuk rendah, kemungkinan adanya *error* dalam pengacakan, dan

agar kesimpulan tidak beresiko, maka uji Beda Nyata Terkecil (BNT) disarankan pada taraf signifikansi 1%.

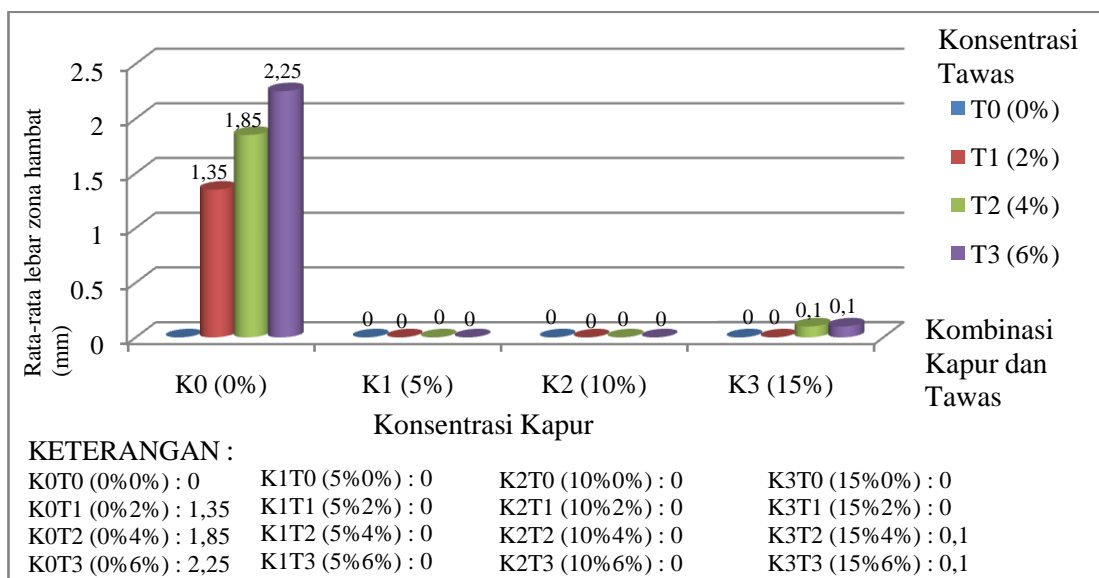
Tabel 4.28 Uji BNT 1% untuk Variasi Faktor Kombinasi Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 4 x 24 Jam setelah Ditransformasikan ke $\sqrt{X + 1/2}$

Perlakuan Kombinasi Kapur dan Tawas	Total (mm)	Rata-rata (mm)	Notasi
K ₀ T ₀	1,414	0,707	a
K ₁ T ₀	1,414	0,707	a
K ₁ T ₁	1,414	0,707	a
K ₁ T ₂	1,414	0,707	a
K ₁ T ₃	1,414	0,707	a
K ₂ T ₀	1,414	0,707	a
K ₂ T ₁	1,414	0,707	a
K ₃ T ₀	1,414	0,707	a
K ₂ T ₂	1,414	0,707	a
K ₃ T ₁	1,414	0,707	a
K ₂ T ₃	1,414	0,707	a
K ₃ T ₂	1,544	0,772	a
K ₃ T ₃	1,544	0,772	a
K ₀ T ₁	2,720	1,360	b
K ₀ T ₂	3,066	1,533	c
K ₀ T ₃	3,315	1,657	c
Hasil Uji BNT 1% = 0,131			

Tabel 4.25 ringkasan analisis variansi faktorial di atas menunjukkan bahwa kombinasi variasi faktor kapur dan tawas masih memiliki pengaruh yang sangat terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam. Hal ini terlihat dari beberapa taraf perlakuan yang masih menunjukkan adanya lebar zona hambat yang dihasilkan. Notasi-notasi pada setiap taraf perlakuan konsentrasi di atas menunjukkan adanya perbedaan. Notasi huruf a terdapat pada taraf konsentrasi K₀T₀ (0%0%), K₁T₀ (5%0%), K₁T₁

(5%2%), K₁T₂ (5%4%), K₁T₃ (5%6%), K₂T₀ (10%0%), K₂T₁ (10%2%), K₃T₀ (15%0%), K₂T₂ (10%4%), K₃T₁ (15%2%), K₂T₃ (10%6%), K₃T₂ (15%4%), K₃T₃ (15%6%), dan notasi huruf b terdapat pada taraf konsentrasi K₀T₁ (0%2%), sedangkan notasi huruf c terdapat pada taraf konsentrasi K₀T₂ (0%4%), K₀T₃ (0%6%). Taraf perlakuan yang optimal berada pada taraf K₀T₂ (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K₀T₃ (0%6%) tidak berbeda nyata (sama) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Konsentrasi Kapur dan Tawas terhadap Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) Umur 4 x 24 Jam



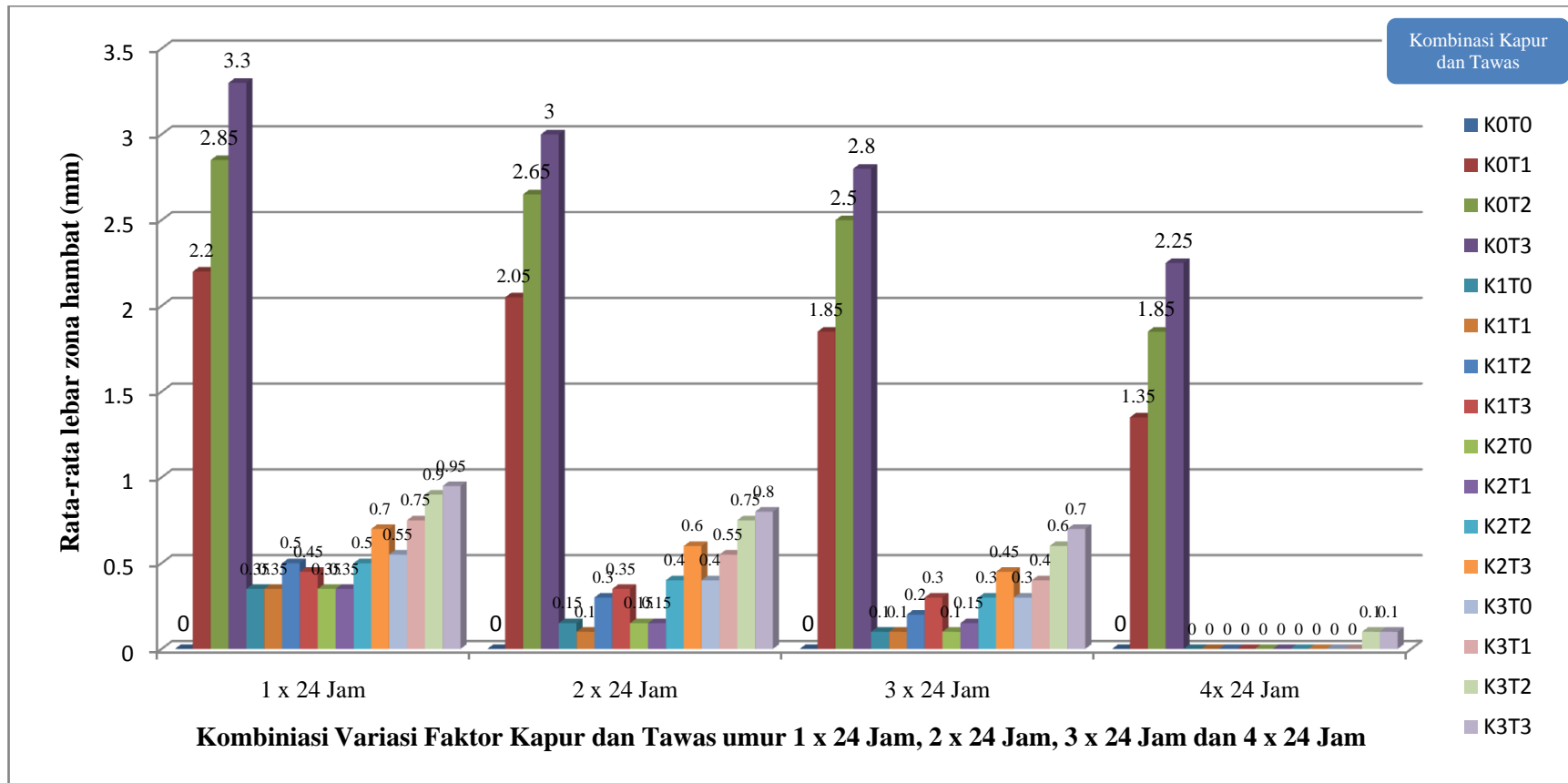
Gambar 4.4 di atas menunjukkan bahwa variasi faktor kapur dan tawas pada umur 4 x 24 jam ini semakin menurun dan pada konsentrasi tertentu sudah tidak memiliki pengaruh meskipun tidak sama dengan

pengaruh dari umur 1 x 24 jam, dan pada konsentrasi tertentu sudah tidak memiliki pengaruh ini ditunjukkan dari tidak adanya zona hambat yang dihasilkan.

5. Pengaruh Konsentrasi Variasi Faktor Kapur Dan Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam, 2 x 24 Jam, 3 x 24 Jam dan 4 x 24 Jam

Rangkuman dari hasil analisis pengaruh variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat di lihat pada Gambar 4.5 di bawah.

Gambar 4.5 Pengaruh Konsentrasi Variasi Faktor Kapur dan Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam, 2 x 24 Jam, 3 x 24 Jam dan 4 x 24 Jam



Grafik diatas menunjukkan bahwa efektifitas dari variasi faktor kapur dan tawas dari umur 1 x 24 jam sampai 4 x 24 jam mengalami penurunan bahkan ada yang tidak memiliki pengaruh lagi, ini kemungkinan bahwa kerusakan pada membran plasma lama kelamaan akan bersifat resisten terhadap zat-zat antimikroba. Pada dasarnya, semakin tinggi konsentrasi faktor kapur dan tawas, maka semakin cepat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* terhambat.⁹⁴ Tetapi ada penurunan luas zona hambat pada beberapa konsentrasi yang lebih besar. Kemungkinan ini terjadi karena perbedaan kecepatan difusi senyawa antibakteri pada media agar serta jenis dan konsentrasi senyawa antibakteri yang berbeda juga memberikan lebar zona hambat yang berbeda pada lama waktu tertentu.⁹⁵

Besarnya kemampuan tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri juga dipengaruhi oleh waktu dari kemampuan penghambatan. Pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam rata-rata zona hambat sebesar 3,3 mm (K₀T₃) dan pada umur 2 x 24 Jam 3,0 mm, umur 3 x 24 jam sebesar 2,8 mm. Penurunan kemampuan dalam menghambat ini terlihat pada umur bakteri *Staphylococcus aureus* umur 3 x 24 Jam yang nilai zona hambatnya lebih kecil bila dibandingkan dengan umur 1 x 24 jam dan umur 2 x 24 jam begitu pula dengan umur 4 x 24 jam kemampuan dalam menghambat yang semakin mengecil.

⁹⁴ Ayu fitriaHelmiyati, *Pengaruh Konsentrasi Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri Gram Positif dan Negatif*, Jurnal, Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang, (<http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/106/jtptunimus-gdl-ayufitriah-5262-1-abstrak.pdf>. Diakses : pada tanggal 26 Maret 2013), t.d.

⁹⁵ Fajar Kusuma Dewi, *Aktifitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (Morinda citrifolia, Linnaeus) Terhadap Bakteri Pembusuk Daging Segar*, Surakarta : Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2010, h. 27.

Berdasarkan hasil pengamatan pengaruh dari konsentrasi variasi faktor kapur dan tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* diatas menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi berpengaruh terhadap lebar zona hambat yang dihasilkan. Hasil pengamatan ini sesuai dengan dengan teori yang ada, yang menyatakan semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, semakin besar rata-rata diameter yang dihasilkan.⁹⁶ Penurunan diameter zona hambat ini diduga karena bakteri mengalami mekanisme resistensi non genetik yaitu bakteri dalam keadaan istirahat, biasanya keadaan ini tidak dipengaruhi oleh antibakteri. Apabila bakteri berubah menjadi aktif kembali, maka bakteri kembali bersifat sensitif terhadap antibakteri seperti semula.⁹⁷

Diketahui bahwa bakteri dalam 20 menit mengadakan divisio, jika faktor-faktor luar seperti medium, kebasahan, pH, temperatur itu tetap baik. Penurunan nilai rata-rata zona hambat ini menunjukkan bahwa kemampuan kapur dan tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* juga dipengaruhi oleh waktu dan jumlah konsentrasi dari setiap taraf perlakuan yang menyebabkan menurunnya daya hambat yang diberikan. Banyak faktor dan keadaan yang dapat mempengaruhi penghambatan atau pembasmian mikroorganisme oleh bahan atau proses antimikrobia, salah satunya konsentrasi atau intensitas zat antimikrobia. Semakin tinggi

⁹⁶ M. J Pelczar, Jr dan E. C. S Chan, *Dasar – Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : Universitas Indonesia, 2009, h. 453.

⁹⁷ Wardatul Mukhlisoh, *Pengaruh Ekstrak Tunggal dan Gabungan Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) Terhadap Efektifitas Antibakteri Secara In Vitro*, Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2010, h. 84.

konsentrasi zat kimia maka molekul suatu zat kimia tersebut akan membunuh sel-sel lebih cepat. Daya penghambatan dari pertumbuhan mikroorganisme selain dipengaruhi oleh konsentrasi zat antimikroba juga di pengaruhi oleh waktu dari daya penghambatan.⁹⁸ Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan kimia (kapur dan tawas) tersebut memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri yang disebut bakteriosida.

C. Pembahasan

1. Pengaruh Konsentrasi Variasi Faktor Kapur (CaCO_3) dan Tawas [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$] Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*

Penelitian yang dilakukan pada pengaruh konsentrasi variasi faktor kapur dan tawas menggunakan 2 kali ulangan, ini bertujuan untuk memperoleh data yang akurat. Konsentrasi yang digunakan dari variasi faktor kapur dan tawas yang digunakan pada pengaruh konsentrasi kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* adalah, untuk variasi faktor kapur menggunakan 4 taraf yaitu K_0 (0%), K_1 (5%), K_2 (10%), K_3 (15%), sedangkan untuk variasi faktor tawas menggunakan 4 taraf, yaitu T_0 (0%), T_1 (2%), T_2 (4%), T_3 (6%). Pengukuran dilakukan pada waktu 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam, dan 4 x 24 jam, setelah pemberian perlakuan.

⁹⁸ M. J Pelczar, Jr dan E. C. S Chan, *Dasar – Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : Universitas Indonesia, 2009, h. 453.

2. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) untuk Variasi Faktor Kapur dan Tawas terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*

a. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam

1) Variasi Faktor Utama Kapur (K) dan Tawas (T)

Pengaruh variasi faktor utama kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam memiliki pengaruh yang nyata. Ini terlihat dari adanya zona hambat yang dihasilkan. Hasil uji BNT 1%, semua taraf perlakuan pemberian kapur lebih rendah dari pada kontrol (tanpa kapur) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga perlakuan pemberian kapur tidak dapat di berikan secara tunggal (kapur saja).

Taraf optimal pemberian tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T₂ (4%). Hal ini berarti bahwa tawas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga perlakuan pemberian tawas dapat diberikan secara tunggal (tawas saja).

2) Variasi Faktor kombinasi Kapur (K) dan Tawas (T)

Taraf optimal untuk perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas berada pada taraf K₀T₂ (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K₀T₃ (0%6%) tidak berbeda nyata (sama) terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri

Staphylococcus aureus. Perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan hanya variasi faktor tawas yang berpengaruh menghambat (T_2) sedangkan kapur adalah K_0 , yang berarti pemberian variasi faktor tawas tidak perlu dicampur dengan kapur.

b. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 2 x 24 Jam

1) Variasi Faktor Utama Kapur (K) dan Tawas (T)

Pengaruh variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 2 x 24 jam memiliki pengaruh yang nyata. Ini terlihat dari adanya zona hambat yang dihasilkan. Hasil uji BNT 1%, semua taraf perlakuan pemberian kapur lebih rendah dari pada kontrol (tanpa kapur) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga perlakuan pemberian kapur tidak dapat di berikan secara tunggal (kapur saja).

Taraf optimal pemberian variasi faktor tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T_2 (4%). Hal ini berarti bahwa variasi faktor tawas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga perlakuan pemberian tawas dapat diberikan secara tunggal (tawas saja). Pada dasarnya tawas mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, terlihat kemampuan tawas menarik air dari dalam sel bakteri dan menyebabkan terjadinya lisis dinding sel bakteri.

2) Variasi Faktor kombinasi Kapur dan Tawas (KxT)

Taraf optimal untuk perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas berada pada taraf K_0T_2 (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K_0T_3 (0%6%) tidak berbeda nyata (sama) terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan hanya tawas yang berpengaruh menghambat (T_2) sedangkan kapur adalah K_0 , yang berarti pemberian tawas tidak perlu dicampur dengan kapur.

c. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Umur 3 x 24 Jam

1) Variasi Faktor Utama Kapur (K) dan Tawas (T)

Tabel analisis variansi faktor kapur pada umur 3 x 24 jam menunjukkan adanya pengaruh yang nyata ini terlihat dari nilai F_{hitung} (221) yang lebih besar dari nilai F_{tabel} 1% (5,290). Terlihat dari notasi-notasi yang dihasilkan dari hasil Uji BNT 1%, semua taraf perlakuan pemberian variasi faktor kapur lebih rendah dari kontrol (tanpa kapur) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, sehingga perlakuan pemberian kapur tidak dapat di berikan secara tunggal (kapur saja).

Taraf optimal pemberian variasi faktor tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T_2

(4%). Hal ini berarti bahwa tawas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga perlakuan pemberian tawas dapat diberikan secara tunggal (tawas saja).

2) Variasi Faktor Kombinasi Kapur (K) dan Tawas (T)

Taraf optimal untuk perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas berada pada taraf K_0T_2 (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K_0T_3 (0%6%) tidak berbeda nyata (sama) terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan hanya tawas yang berpengaruh menghambat (T_2) sedangkan kapur adalah K_0 , yang berarti pemberian tawas tidak perlu dicampur dengan kapur.

d. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Umur 4 x 24 Jam

1) Variasi Faktor Utama Kapur (K) dan Tawas (T)

Pengaruh konsentrasi variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 4 x 24 jam memiliki pengaruh yang nyata. Ini terlihat dari zona hambat yang dihasilkan. Hasil uji BNT 1% menunjukkan bahwa semua taraf perlakuan pemberian kapur lebih rendah dari pada kontrol (tanpa kapur) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus*

aureus sehingga perlakuan pemberian kapur tidak dapat di berikan secara tunggal (kapur saja).

Taraf optimal pemberian variasi faktor tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berada pada taraf T₂ (4%). Hal ini berarti bahwa tawas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga perlakuan pemberian tawas dapat diberikan secara tunggal (tawas saja).

2) Variasi Faktor Kombinasi Kapur (K) dan Tawas (T)

Taraf optimal untuk perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas pada umur 4 x 24 jam masih sama dari umur 1 x 24 jam sampai 3 x 24 jam yaitu berada pada taraf K₀T₂ (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K₀T₃ (0%6%) tidak berbeda nyata (sama) terhadap zona hambat (mm) pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Perlakuan kombinasi variasi faktor kapur dan tawas menunjukkan hanya tawas yang berpengaruh menghambat (T₂) sedangkan kapur adalah K₀, yang berarti pemberian tawas tidak perlu dicampur dengan kapur.

3. Hasil Pengukuran Lebar Zona Hambat (mm) Akibat Pengaruh Konsentrasi Kapur dan Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Umur 1 x 24 Jam, 2 x 24 Jam, 3 x 24 Jam, 4 x 24 Jam

a. Variasi Faktor Utama Kapur (CaCO_3) dan Tawas [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$]

Berdasarkan hasil pengukuran pengaruh variasi faktor kapur dan tawas terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada umur 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, 3 x 24 jam dan 4 x 24 jam menunjukkan bahwa terjadi penurunan kemampuan kapur dan tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Pengaruh faktor kapur dari umur 1 x 24 jam sampai 4 x 24 jam menunjukkan bahwa semua taraf perlakuan pemberian variasi faktor kapur lebih rendah dari kontrol (tanpa kapur) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* terlihat dari notasi-notasi yang dihasilkan dari hasil Uji BNT 1%. Oleh karena itu, kapur tidak dapat di berikan secara tunggal (kapur saja). Sehingga dalam upaya penjernihan air sungai sekaligus membunuh bakteri *Staphylococcus aureus*, maka cukup dengan mencampurkan tawas dengan konsentrasi 4% atau dengan takaran 2 gram/Liter.

Pengaruh untuk faktor tawas dari umur 1 x 24 jam sampai 4 x 24 jam semua faktor tawas perlakuan konsentrasi T_1 (2%), T_2 (4%), dan T_3 (4%), pemberian konsentrasi tawas lebih tinggi dari kontrol (tanpa tawas) T_0 (0%) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Taraf optimal pemberian tawas terhadap pertumbuhan bakteri

Staphylococcus aureus berada pada taraf T₂ (4%). Hal ini berarti bahwa tawas sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga perlakuan pemberian tawas dapat diberikan secara tunggal (tawas saja).

Banyak faktor dan keadaan yang dapat mempengaruhi penghambatan atau pembasmian mikroorganisme oleh bahan atau proses antimikrobia, salah satunya konsentrasi atau intensitas zat antimikrobia. Semakin tinggi konsentrasi zat kimia maka molekul suatu zat kimia tersebut akan membunuh sel-sel lebih cepat. Daya penghambatan dari pertumbuhan mikroorganisme selain dipengaruhi oleh konsentrasi zat antimikrobia juga dipengaruhi oleh waktu dari daya penghambatan.⁹⁹

b. Kombinasi Kapur (K) dan Tawas (T)

Hasil Uji BNT 1% untuk kombinasi kapur dan tawas menunjukkan bahwa semua taraf perlakuan kombinasi kapur dan tawas lebih tinggi dari kontrol (tanpa kapur dan tawas) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Terlihat dari zona hambat yang dihasilkan dari setiap taraf perlakuan kombinasi, dari umur 1 x 24 jam sampai 4 x 24 jam menunjukkan bahwa taraf perlakuan yang optimal berada pada taraf K₀T₂ (0%4%) karena pada konsentrasi ini pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan taraf-taraf perlakuan yang lainnya. Sedangkan dengan taraf K₀T₃ (0%6%) tidak berbeda nyata (sama)

⁹⁹ M. J Pelczar, Jr dan E. C. S Chan, *Dasar – Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : Universitas Indonesia, 2009, h. 453.

terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Perlakuan kombinasi kapur dan tawas menunjukkan hanya tawas yang berpengaruh menghambat (T₂) sedangkan kapur adalah K₀, yang berarti pemberian tawas tidak perlu dicampur dengan kapur.

Pemberian kapur tidak perlu dilakukan jika tujuannya untuk membunuh bakteri *Staphylococcus aureus*. Tetapi jika tujuan pemberian kapur adalah sebagai penjernih air sungai saja, maka boleh dilakukan. Kemampuan tawas yang bersifat bakterisida lalu dikombinasikan dengan kapur yang bersifat meningkatkan pH ini tidak baik, karena diketahui pada kemampuan tawas (tanpa kapur) itu lebih baik dari pada dikombinasikan dengan kapur ini justru menghilangkan kemampuan tawas yang bersifat bakterisida yaitu suatu bahan yang mematikan bentuk-bentuk vegetatif bakteri.¹⁰⁰

Taraf- taraf perlakuan kapur (K₁, K₂ dan K₃) pengaruhnya lebih rendah dibanding kontrol (tanpa kapur/ K₀) padahal kapur dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, karena sifat kapur adalah basa, meskipun kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* tidak sebesar tawas. Pengaruh pemberian tawas 4 kali lebih besar pengaruhnya dibandingkan dengan pemberian kapur.

¹⁰⁰ M. J Pelczar, Jr dan E. C. S Chan, *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : Universitas Indonesia, 2009, h. 449.

Tawas yang bersifat bakterisida yaitu bahan yang mematikan bentuk-bentuk vegetatif bakteri. Mekanisme kerjanya menghambat perkembangbiakan pertumbuhan bakteri dalam waktu tertentu ini ditunjukkan dengan semakin menurunnya lebar zona hambat yang terbentuk akibat semakin berkurangnya kekuatan tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri.¹⁰¹

Mikroorganisme dapat disingkirkan, dihambat atau dibunuh dengan sarana atau proses fisik, atau bahan kimia. Suatu sarana fisik dapat diartikan sebagai keadaan atau sifat fisik yang menyebabkan suatu perubahan. Beberapa contoh sarana fisik ialah suhu, tekanan, radiasi dan penyaringan. Suatu proses fisik ialah suatu prosedur yang mengakibatkan perubahan, misalnya sterilisasi, pembakaran dan sanitasi. Sedangkan suatu bahan kimia ialah suatu substansi (padat, cair atau gas) yang dicirikan oleh komposisi molekular yang pasti dan menyebabkan terjadinya reaksi, contoh-contohnya ialah senyawa fenolik, alkohol, klor, iodium, dan etilen oksida.¹⁰²

Tawas atau *alum* $[Al_2 (SO_4)_3]$ terjadi dari proses pelapukan dari batuan yang mengandung mineral sulfida didaerah vulkanis (Solfatora) atau terjadi didaerah batu lempung, serpih atau batu asbak yang mengandung Pirit (Fe) dan Markasit (FeS₂). Pada prinsipnya, sifat yang dimiliki oleh

¹⁰¹ *Ibid*, h. 449.

¹⁰² *Ibid*, h. 448.

garam juga dimiliki oleh tawas.¹⁰³ Kapur juga diketahui dapat digunakan untuk menaikkan pH.¹⁰⁴

Diketahui bahwa penggunaan tawas dalam konsentrasi lebih besar dari satu persen bersifat bakterisidal. Bakterisidal merupakan suatu bahan yang mematikan bentuk-bentuk vegetatif bakteri.¹⁰⁵ Sifat bakterisidal ini tumbuh dari kemampuan tawas menarik air dari dalam sel bakteri dan menyebabkan terjadinya lisis dinding sel bakteri gram positif.¹⁰⁶ Cara kerja zat antimikroba salah satunya adalah kerusakan dinding sel, struktur dinding sel dapat dirusak dengan cara menghambat pembentukan atau mengubahnya setelah selesai terbentuk.¹⁰⁷ Kemampuan kapur dan tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* disebabkan karena sifat yang dimiliki oleh kapur dan tawas, tawas memiliki sifat seperti yang dimiliki oleh iodium. Iodium merupakan zat paling efektif terhadap segala macam bakteri, spora, cendawan dan virus.¹⁰⁸

¹⁰³ Ayu fitriaHelmiyati, *Pengaruh Konsentrasi Tawas Terhadap Pertumbuhan Bakteri Gram Positif dan Negatif*, Jurnal, Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang, (<http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/106/jtptunimus-gdl-ayufitriah-5262-1-abstrak.pdf>). Diakses : pada tanggal 26 Maret 2013), t.d.

¹⁰⁴ M Ghufuran H. Dkk., *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budi Daya Perairan*, Jakarta : Rineka Cipta, 2007, h. 50.

¹⁰⁵ Michael j. Pelczar dan E. C. S Chan., *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : UI Press, 1988, h. 449.

¹⁰⁶ Nurrahman dan Joko Tegus Isworo, *Pengaruh Penambahan Tawas Terhadap Sifat Mikrobiologi, Fisik dan Lama Simpan Mie*, Jurnal Litbang, Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang, h. 2.

¹⁰⁷ Michael j. Pelczar dan E. C. S Chan., *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : UI Press, 1988, h. 457.

¹⁰⁸ *Ibid*, h. 492.

Faktor dan keadaan yang dapat mempengaruhi penghambatan atau pembasmian mikroorganisme oleh bahan seperti kapur dan tawas diantaranya adalah sebagai berikut:

- a) Konsentrasi atau Intensitas Zat Antimikroba, semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, maka sel-sel bakteri akan mati lebih cepat.
- b) Jumlah Mikroorganisme, diperlukan banyak waktu untuk membunuh populasi, dan bila jumlah selnya banyak, maka perlakuan harus diberikan lebih lama supaya sel-sel tersebut mati.
- c) Suhu, zat kimia merusak mikroorganisme melalui reaksi-reaksi kimia, laju reaksi kimiawi dipercepat dengan meningkatkan suhu.
- d) Spesies Mikroorganisme, pada spesies pembentuk spora, sel vegetatif yang sedang tumbuh lebih mudah dibunuh dibandingkan dengan sporanya.
- e) Adanya Bahan Organik, adanya bahan organik asing dapat menurunkan keefektifan zat kimia antimikroba dengan cara menginaktifkan bahan-bahan tersebut dan melindungi mikroorganisme dari zat kimia yang diberikan.
- f) Kemasaman atau Kebasaan (pH), mikroorganisme yang terdapat pada bahan dengan pH asam dapat dibasmi pada suhu yang lebih rendah dan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan mikroorganisme yang sama di dalam lingkungan basa.¹⁰⁹

¹⁰⁹ Michael j. Pelczar dan E. C. S Chan., *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : UI Press, 1988, h. 452-456.

Perbedaan konsentrasi dari tiap taraf perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda pula terhadap zona hambatan yang dihasilkan. Semakin luas daerah zona hambatan yang terbentuk di sekitar *paper disc*, maka semakin besar pula daya antimikroba yang terdapat pada kapur dan tawas. Hal ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa wilayah jernih disekitar zat antimikroba yang diletakkan ditengah-tengah medium (*paper disc*) merupakan kemampuan zat antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroorganismenya.¹¹⁰

Cara kerja antimikroba diantaranya adalah kerusakan pada salah satu struktur penyusun sel bakteri salah satunya adalah dinding sel, sehingga mengakibatkan perubahan permeabilitas sel, perubahan struktur dan kerja bakteri. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan bakteri terhambat bahkan mengakibatkan kematian sel bakteri.

Dinding sel bakteri sangat tipis, namun dinding inilah yang memberikan bentuk tertentu pada bakteri. Fungsi dinding sel ialah untuk memberi bentuk tertentu pada sel untuk memberi perlindungan, mengatur keluar masuknya zat-zat kimia, dan memegang peranan dalam pembelahan sel.¹¹¹ Dinding sel bakteri gram positif mengandung banyak lapisan peptidoglikan (murein) yang membentuk struktur yang tebal dan kaku, dan

¹¹⁰ Michael j. Pelczar dan E. C. S Chan., *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : UI Press, 1988, h. 503.

¹¹¹ Prof. Dr. D. Dwidjoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Jakarta : Djambatan, 2005, h. 24.

asam trikoat (*teichoic acid*) yang mengandung alkohol (gliserol atau ribitol) dan fosfat.¹¹²

Membran sitoplasma (nama lain ialah plasmolema) tersusun atas protein dan lipida. Membran ini berperan dalam mempertahankan bahan-bahan tertentu di dalam sel serta mengatur aliran keluar masuknya air dan garam-garam mineral yang dibutuhkan sel. Plasmolema juga berperan di dalam pembelahan sel. Inti sel berupa protoplasma dengan bahan lain yang terkandung di dalamnya. Protoplasma itu suatu koloid yang mengandung karbohidrat, protein, enzim-enzim, juga belerang, kalsium dan *volutin*, yaitu suatu zat yang banyak mengandung ribonucleic acid (RNA).¹¹³

Bagian di dalam sitoplasma bakteri antara lain ribosom, granula dan nukleoid. Ribosom yang berperan pada sintesis protein. Ribosom menerima dan mentranslasi perintah genetik untuk pembentukan protein spesifik. Ribosom berbentuk partikel kecil yang terdiri dari protein dan asam ribonukleat (RNA), yang berfungsi sebagai sintesis protein. Genom bakteri mengandung asam deoksiribonukleat (DNA) dan menunjukkan nukleoid bakteri. Nukleus bakteri tidak memiliki membran atau dinding inti sehingga disebut nukleoid (*prokaryon*). Inti bakteri yang terdiri atas asam deoksiribonukleat (ADN) dan asam ribonukleat (ARN). Nukleoid merupakan bahan genetik bakteri. ARN merupakan bagian dari pada ribosom dan ribosom ialah komponen (bagian) yang terdapat di dalam sel

¹¹² Sylvia T. Pratiwi, *Mikrobiologi Farmasi*, Jakarta : Erlangga, 2008, h. 27.

¹¹³ Prof. Dr. D. Dwidjoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Jakarta : Djambatan, 2005, h.

dan berfungsi sebagai organel penyusun protein.¹¹⁴ Gen terletak sepanjang DNA ditranskripsi ke RNA yaitu mRNA, kemudian ditranslasi untuk sintesis protein pada ribosom. DNA menentukan protein dan enzim suatu organisme yang dapat disintesis sehingga reaksi kimia dapat berlangsung.

Senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam tawas bekerja dengan merusak dinding sel, merubah permeabilitas sel, mendenaturasi protein sel, menghambat kerja enzim serta menghambat sintesis asam nukleat dan protein.¹¹⁵ Tawas kemungkinan mempunyai target pada polipeptida dinding sel yang akan menyebabkan kerusakan pada dinding sel. Bila dinding sel bakteri mengalami kerusakan maka sintesis protein di dalam riosom akan terganggu dan apabila protein bakteri terdenaturasi, maka enzim akan inaktif sehingga metabolisme bakteri terganggu yang berakibat pada kerusakan sel.¹¹⁶ Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka kerusakan pada dinding sel oleh zat antibakteri dapat mengakibatkan menghambat atau kerusakan total pada bakteri bahkan bisa mengakibatkan kematian sel bakteri.¹¹⁷

¹¹⁴ Prof. Dr. D. Dwidjoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Jakarta : Djambatan, 2005, h. 26.

¹¹⁵ Michael j. Pelczar dan E. C. S Chan., *Dasar-Dasar Mirobiologi Jilid 2*, Jakarta : UI Press, 1988, h. 457 - 458.

¹¹⁶ Fresti Yoesnita Affianti, *Uji Aktivitas AntiBakteri Ekstrak Daun Sombung (Blumea balsamifera (L.) DC.) Terhadap Pertumbuhan Salmonella sp dan Escherichia coli*, Skripsi, Palangka Raya: Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Palangka Raya, 2013, h. 110. t. d.

¹¹⁷ Michael j. Pelczar dan E. C. S Chan., *Dasar-Dasar Mirobiologi Jilid 2*, Jakarta : UI Press, 1988, h. 457 - 458.

D. Integritas Islam Dan Sains

Bahan antimikroba diartikan sebagai bahan yang mengganggu pertumbuhan dan metabolisme mikroba.¹¹⁸ Bakterisida merupakan suatu bahan yang mematikan bentuk-bentuk vegetatif bakteri.¹¹⁹

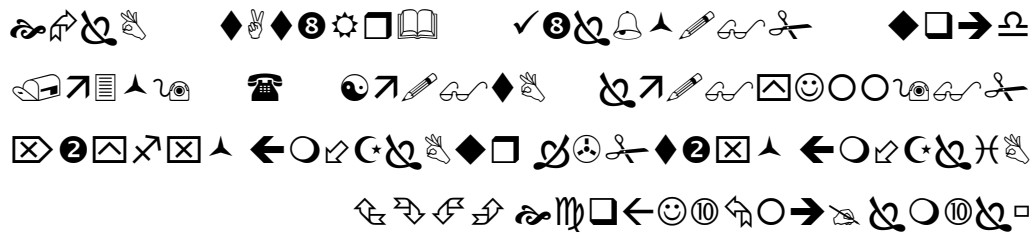
Berdasarkan kurikulum Tadris Biologi IAIN Palangka Raya, khususnya pada mata kuliah mikrobiologi, tidak terlepas dari mikroorganisme dan teknik-teknik mikrobiologis. Praktik inokulasi telah dapat dilakukan dilaboratorium Program Studi Tadris Biologi dengan menggunakan peralatan yang ada. Berbicara tentang mikroorganisme, khususnya bakteri yang sangat erat kaitannya dengan kehidupan kita sebagai manusia dan mampu menerapkan keilmuan mikrobiologi secara umum. Konsep materi tersebut mengharapkan mahasiswa untuk dapat melakukan serangkaian kegiatan tentang kemampuan antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri tertentu.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi saya sendiri dan masyarakat luas, sebagai bahan pembelajaran dan memberikan informasi maupun pembelajaran dalam masyarakat yang bersifat non akademik. Sebagai menunjang materi praktikum yang dapat digunakan sebagai referensi pada kegiatan pembelajaran dan praktikum pada matakuliah khususnya mikrobiologi. Selain itu pembelajaran dapat dilakukan dengan memberikan informasi yang bersifat aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, karena mikrobiologi khususnya bakteri sangat sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia, mulai dari kesehatan lingkungan atau sanitasi, kesehatan fisik badan,

¹¹⁸ Michael j. Pelczar dan E. C. S Chan., *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2*, Jakarta : UI Press, 1988, h. 450.

¹¹⁹ *Ibid*, h. 449.

sampai bahan kebutuhan dapur berupa proses industri makanan. Kelayakan konsumsi air yang digunakan sehari-hari mempengaruhi kesehatan kita. Sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah An-Nahl [16] : ayat 10 yaitu :



Artinya : “Dia-lah, yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu.¹¹⁸

Ayat di atas mengingatkan manusia dengan tujuan agar mereka mensyukuri Allah dan memanfaatkan dengan baik anugerahNya, bahwa *Dia yang Maha kuasa itulah, yang telah menurunkan dari arah langit, yakni awan air hujan untuk kamu* manfaatkan. *Sebagiannya menjadi minuman yang segar dan sebagian lainnya menyuburkan tumbuh-tumbuhan, yang padanya, yakni di tempat tumbuhnya, kamu menggembalakan ternak kamu* sehingga binatang itu dapat makan dan pada gilirannya dapat menghasilkan untuk kamu susu daging dan bulu.

Tafsir tersebut di atas menjelaskan bahwa Allah telah memberikan nikmat berupa air pada manusia untuk di manfaatkan sebagai minuman yang bersih yang layak untuk dikonsumsi. Air yang bersih berarti air yang terhidar dari segala macam kotoran, secara fisik maupun secara

¹¹⁸ Depag RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Semarang : PT Karya Toha Putra Semarang, 1998.

biologinya dari mikroorganismenya. Pengetahuan siklus dan metabolisme hidup mikroorganismenya menjadi sangat penting supaya dapat menghindarkan diri dari sumber penyakit atau jika terlanjur kena serangan dapat melakukan tindakan pengobatannya.¹¹⁹

¹¹⁹ Dr. H. M. Subandi, Drs., Ir., MP, *Mikrobiologi perkembangan, Kajian dan Pengamatan dalam Perspektif Islam*, PT: Remaja Rosdakarya : Bandung, 2010, h. 13.

