

## Bab 5

### HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN

#### 5.1 Peningkatan kemampuan bakteri dalam mendegradasi ABS

Pengujian kemampuan ketujuh macam inokulum yaitu : isolat-isolat tunggal *Staphylococcus aureus*, tunggal *Staphylococcus epidermidis*, tunggal *Enterobacter gergoviae*, ganda *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis*, ganda *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae*, ganda *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae*, campuran tiga isolat *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae*, dalam mendegradasi sembilan variasi kadar ABS 0,0 ppm, 5,0 ppm, 10,0 ppm, 15,0 ppm, 20,0 ppm, 25,0 ppm, 30,0 ppm, 75,0 ppm, dan 100,0 ppm diperoleh hasil rata-rata seperti disajikan pada lampiran 1.

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dan interaksi secara bermakna dilakukan pengujian statistik. Pengujian analisis Varian Dua Arah dari *Randomized Block Anova* untuk menentukan ada tidaknya perbedaan-perbedaan secara bermakna. Untuk menentukan ada atau tidaknya interaksi antara kombinasi perlakuan jenis bakteri dengan kadar ABS digunakan pengujian analisis variansi dua jalur. Perhitungan dilakukan menggunakan *Minitab 9.2 for Window*.

Hasil pengujian analisis regresi menunjukkan adanya bahwa antara kadar dan hasil degradasi menunjukkan hubungan yang linier. Hasil pengujian secara statistik yang disajikan

pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan-perbedaan antar dan di dala perlakuan pada  $p < 0,01$ . Ditentukan  $p < 0,01$  mengingat materi penelitian adalah bahan berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup.

Tabel 5.1 Rerata persentase degradasi hasil perlakuan tujuh jenis inokulum bakteri (B) dengan D sembilan macam kadar ABS (D) pada  $p < 0,01$

Inokulum / kadar abs	Persentase degradasi (%)									
	0	5	10	15	20	25	30	75	100	
A	0,00 a 1	11,1 ab 2	12,9 ab 2	13,7 ab 2	14,9 ab 2	19,2 ab 3	25,8 bc 4	53,3 d 5	69,5 e 6	24,4 c
B	0,00 a 1	10,1 a 2	10,8 a 2	10,8 a 2	13,5 a 23	15,6 a 3	17,2 a 3	38,7 a 4	50,1 b 5	18,6 a
C	0,00 a 1	10,6 ab 2	10,9 a 2	11,6 a 23	12,9 a 23	15,3 a 3	20,2 ab 4	43,6 b 5	56,8 c 6	20,2 b
AB	0,00 a 1	15,6 b 2	16,7 b 23	16,9 b 23	17,8 b 23	20,3 b 3	22,4 b 3	49,0 c 4	62,6 d 5	24,6 c
AC	0,00 a 1	13,7 ab 2	13,9 ab 2	14,6 ab 2	14,7 ab 2	15,4 a 2	16,2 a 2	36,4 a 3	45,1 a 4	18,9 a
BC	0,00 a 1	14,8 b 2	15,5 b 23	17,6 b 23	19,6 b 3	22,4 b 4	24,5 b 4	56,2 d 5	72,3 e 6	27,1 d
ABC	0,00 a 1	17,2 b 2	19,2 b 23	22,5 c 3	25,7 c 34	27,4 c 4	28,7 c 4	68,5 e 5	88,1 f 6	33,1 e
Rerata	0,00 1	13,3 2	14,3 3	15,4 4	17,0 5	19,4 6	22,0 6	49,4 7	63,5 8	23,8
Std.Dev.	22,03									

Keterangan :

- Angka rerata yang didampingi huruf yang sama berarti pengaruh bakteri dalam kadar tidak berbeda secara sangat bermakna,
- Angka rerata yang didampingi angka yang sama berarti pengaruh kadar dalam bakteri tidak berbeda secara sangat bermakna,

A : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus*.

B : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis*,

C : Inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae*

AB : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis*,

AC : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae*,

BC : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae*,

ABC: Inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae*,

Std.Dev.: Standar deviasi.

p : Probabilitas

Dari sajian data pada tabel 5.1 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

#### TEMUAN - 1

Rerata persentase degradasi ABS perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* berbeda secara sangat bermakna dengan isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar ABS 75 ppm dan 100 ppm. Pada kadar ABS 30 ppm hanya berbeda secara sangat bermakna dengan isolat tunggal *Staphylococcus epidermidis*, sedangkan pada medium degradasi berkadar ABS berkadar 0 - 25 ppm tidak terdapat perbedaan. Persentase degradasi ABS tertinggi sebesar 69,5 % pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

#### TEMUAN - 2

Rerata persentase degradasi ABS antarperlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* saling berbeda secara sangat bermakna dengan di antaranya pada medium degradasi berkadar ABS 5 ppm dengan 20 sampai dengan 100 ppm. Antara perlakuan kadar ABS 10 ppm dengan 15 ppm tidak terdapat perbedaan. Persentase degradasi ABS tertinggi sebesar 50,1 % pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 3

Rerata persentase degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis* saling berbeda secara sangat bermakna dengan di antaranya pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm dengan 20 sampai dengan 100 ppm. Antara perlakuan kadar *ABS* 5, 10 dan 15 ppm tidak terdapat perbedaan. Persentase degradasi *ABS* tertinggi sebesar 50,1 % pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 4

Rerata persentase degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae* saling berbeda secara sangat bermakna dengan semua kadar *ABS* yang diberikan di dalam medium degradasi *ABS*, kecuali antara kadar 10 ppm dengan 100 tidak terdapat perbedaan. Persentase degradasi *ABS* tertinggi sebesar 56,8 % pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 5

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi *ABS* pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis*, inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* dan isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 75 dan 100 ppm. Dengan isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis* 30 ppm. Pada medium degradasi berkadar 5 sampai dengan 30 ppm, kecuali dengan isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis* tidak ada perbedaan secara bermakna. Persentase degradasi *ABS* tertinggi dicapai dari perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 72,3 % pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 6

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi *ABS* semua pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Dengan pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna pada kadar *ABS* 75 dan 100 ppm. Dengan pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* pada semua kadar *ABS* yang diberikan ke dalam medium degradasi. Dengan isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 - 30 ppm, tidak ada perbedaan secara bermakna. Persentase degradasi *ABS* tertinggi dicapai dari perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 72,3 % pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 7

Rerata persentase degradasi ABS perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi ABS pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis*, inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* pada kadar ABS 10 sampai dengan 25 ppm dan 75 dan 100 ppm. Dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna hanya pada kadar ABS 75 dan 100 ppm. Dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda secara sangat bermakna pada medium degradasi berkadar ABS 10 sampai dengan 25 ppm, serta 75 dan 100 ppm. Selain pada medium degradasi berkadar tersebut tidak ada perbedaan secara bermakna. Persentase degradasi ABS tertinggi dicapai dari perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 72,3 % pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 8

Rerata persentase degradasi ABS perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi ABS pengaruh inokulum campuran tiga isolat bakteri isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan bakteri *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar ABS 15 sampai dengan 100 ppm. Pada medium degradasi berkadar 5 dan 10 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Persentase degradasi ABS tertinggi dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 88,1 % pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 9

Rerata persentase degradasi ABS perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi ABS pengaruh inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada semua kadar ABS pada medium degradasi. Persentase degradasi ABS tertinggi dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 88,1 % pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 10

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi *ABS* pengaruh inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi dengan kadar *ABS* 5,20, dan 100 ppm. Selain medium degradasi kadar tersebut tidak terdapat perbedaan. Persentase degradasi *ABS* tertinggi dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 88,1 % pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 11

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis* berbeda secara sangat bermakna dengan isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae*, dan *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 75 ppm dan 100 ppm. Pada medium degradasi berkadar *ABS* 25 dan 30 ppm hanya berbeda secara sangat bermakna dengan isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae*, sedangkan pada medium degradasi berkadar *ABS* berkadar 0 - 25 ppm tidak ada perbedaan yang bermakna.

## TEMUAN - 12

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 15 sampai dengan 100 ppm. Pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 dan 10 tidak ada perbedaan secara bermakna.

## TEMUAN - 13

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 15 sampai dengan 100 ppm. Pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 dan 10 tidak ada perbedaan secara bermakna.

## TEMUAN - 14

Rerata persentase degradasi ABS perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar ABS 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar ABS 15 sampai dengan 100 ppm. Pada medium degradasi berkadar ABS 5 dan 10 tidak ada perbedaan secara bermakna.

## TEMUAN - 15

Rerata persentase degradasi ABS antarperlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis* pada medium degradasi berkadar ABS 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan medium degradasi berkadar ABS 20 sampai dengan 100 ppm. Antara kadar 5 sampai dengan 15 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna.

## TEMUAN - 16

Rerata persentase degradasi ABS antarperlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar ABS 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan medium degradasi berkadar ABS 10 sampai dengan 100 ppm. Antara kadar 15 dan 20 ppm tidak terdapat perbedaan.

## TEMUAN - 17

Rerata persentase degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan medium degradasi berkadar *ABS* 20 sampai dengan 100 ppm. Antara kadar 5 sampai dengan 15 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna.

## TEMUAN - 18

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis* berbeda sangat bermakna dengan perlakuan inokulum campuran tiga isolat bakteri medium *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi degradasi berkadar *ABS* 5, 10, 15, 20, 25, dan 100 ppm. Antara kadar 30 dan 75 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna.

## TEMUAN - 19

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna dengan perlakuan inokulum campuran tiga isolat bakteri medium *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi degradasi berkadar *ABS* 10, 25, 75, dan 100 ppm. Antara kadar 5, 15, 20, dan 30 ppm tidak terdapat perbedaan.

## TEMUAN - 20

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna dengan perlakuan inokulum campuran tiga isolat bakteri medium *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi dengan kadar *ABS* 15 sampai dengan 100 ppm. Pada medium degradasi dengan kadar *ABS* 5 dan 10 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna.

Pengujian yang bertujuan mencari perbedaan pengaruh interaksi antara tujuh jenis inokulum dengan sembilan macam kadar *ABS* diperoleh hasil seperti sajian pada lampiran 1. Dari tabel 5.1 dan lampiran 1 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

## TEMUAN - 21

Interaksi antara tujuh jenis inokulum bakteri dengan sembilan macam kadar *ABS* yang diberikan dalam medium degradasi berpengaruh sangat bermakna terhadap persentase degradasi *ABS*

## TEMUAN - 22

Terdapat pengaruh interaksi secara sangat bermakna antara tujuh jenis inokulum bakteri dengan sembilan macam kadar *ABS* yang diberikan dalam medium terhadap persentase degradasi *ABS*, kecuali kadar *ABS* 0 ppm tidak ada interaksi secara bermakna.

Sebagai akibat meningkatnya aktivitas perombakan ABS oleh bakteri-bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* dalam bentuk tunggal, ganda maupun campuran tiga isolat dengan pengocokan dibanding dengan tanpa pengocokan, maka kecepatan degradasi menjadi lebih pendek.

Rerata waktu degradasi yang dilakukan oleh bakteri-bakteri tersebut disajikan pada tabel 5.2. Data yang disajikan pada tabel 5.2 nampak ada atau tidaknya. perbedaan-perbedaan secara bermakna.

Tabel 5.2 Rerata waktu degradasi hasil perlakuan tujuh jenis inokulum bakteri (B) dengan D sembilan macam kadar ABS (D) pada  $p < 0,01$

Inokulum / kadar ABS	Persentase degradasi (%)									
	0	5	10	15	20	25	30	75	100	
A	0,00 a 1	252,2 d 8	217,1 d 7	204,4 d 7	190,9 c 6	162,7 c 5	130,7 bc 4	60,6 b 3	46,6 bc 2	146,5 a
B	0,00 a 1	277,2, a 6	259,2 b 6	173,1 b 5 <sup>6</sup>	163,4 b 5	145,9 b 4	134,9 bc 4	60,1 b 3	47,5 bc 2	122,6 a
C	0,00 a 1	264,1 b 8	256,8 bc <sup>7</sup>	217,1 b 6	161,1 b 5	141,9 b 4	122,4 b 3	51,3 ab 2	39,8 bc 6	122,7 b
AB	0,00 a 1	179,5 b 7	167,6 c 7	165,7 c 6 <sup>7</sup>	162, b c 6	161,3 c 5	141,7 c 4	65,4 b 3	51,5 b 2	133,5 d
AC	0,00 a 1	204,3 a 7	201,4 a 6	191,8 a 5	142,6 a 5	117,9 a 4	104,8 a 3	46,4 a 2	36,0 a 2	106,5 a
BC	0,00 a 1	189,2 c 8	180,6 d 7	218,0 d 7	193,6 a 6	163,5 c 5	137,0 c 4	59,8 b 3	45,3 ab 2	142,4 d
ABC	0,00 a 1	162,8 a 7	145,8 b 7	159,1 ab 6	148,2 a 5	136,3 b 4	126,7 bc 4	57,9 f 3	42,7 b 2	116,5 e
Rerata	0,00 1	218,5 9	204,1 8	193,3 7	168,4 6	147,3 5	128,1 4	57,3 7	44,2 8	127,2
Std.Dev.	22,48									

Keterangan :

- Angka rerata hasil degradasi ABS yang didampingi huruf yang sama berarti pengaruh bakteri dalam kadar tidak

berbeda secara sangat bermakna,,

- Angka rerata hasil degradasi ABS yang didampingi angka yang sama berarti pengaruh kadar dalam bakteri tidak berbeda secara sangat bermakna,

A : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus*

B : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis*

C : Inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae*

AB : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis*

AC : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae*

BC : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae*

ABC: Inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae*

Std.Dev. : Standar deviasi

p : Probabilitas

Berdasarkan hasil konversi perhitungan dari persentase degradasi yang disajikan pada tabel 5.2 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut .:

## TEMUAN - 23

Rerata waktu degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* berbeda secara sangat bermakna dengan isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 sampai dengan 25 ppm. Pada medium degradasi berkadar *ABS* berkadar 30 sampai dengan 100 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Di antara ketiga inokulum isolat tunggal bakteri waktu degradasi terpendek dicapai oleh aktivitas kerja inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 47,5 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 24

Rerata waktu degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* saling berbeda secara sangat bermakna dengan di antaranya pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm dengan 20 sampai dengan 100 ppm. Antara perlakuan kadar *ABS* 10 ppm dengan 15 ppm tidak terdapat perbedaan. Waktu degradasi *ABS* terpendek sebesar 46,6 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 25

Rerata waktu degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis* saling berbeda secara sangat bermakna dengan di antaranya pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm dengan 20 sampai dengan 100 ppm. Antara perlakuan kadar *ABS* 5, 10 dan 15 ppm tidak terdapat perbedaan. Waktu degradasi *ABS* terpendek sebesar 47,5 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 26

Rerata waktu degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae* saling berbeda secara sangat bermakna dengan semua kadar *ABS* yang diberikan di dalam medium degradasi *ABS*, kecuali antara kadar 10 ppm dengan 100 tidak terdapat perbedaan. Waktu degradasi *ABS* terpendek sebesar 39,8 % pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 27

Rerata waktu degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata waktu degradasi *ABS* pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis*, pada kadar *ABS* 5, 10, dan 15 ppm. Dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda secara sangat bermakna pada kadar *ABS* 5 sampai dengan 75 ppm. Dengan isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm. Selain antarkombinasi perlakuan tersebut tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dicapai dari aktivitas kerja inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 36,0 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 28

Rerata waktu degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata waktu degradasi *ABS* semua pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis* pada kadar *ABS* 20 sampai dengan 75 ppm. Dengan pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna pada kadar *ABS* 10 dan 30 ppm. Dengan pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna pada kadar *ABS* 5 sampai dengan 25 ppm. Selain antarkombinasi perlakuan tersebut tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dicapai dari aktivitas kerja inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 36,0 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 29

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi *ABS* pengaruh inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis*, inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* pada kadar *ABS* 15 sampai dengan 30 ppm. Dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna hanya pada kadar *ABS* 5 sampai dengan 30 ppm. Dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda secara sangat bermakna pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 sampai dengan 30 ppm. Selain pada medium degradasi berkadar tersebut tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dicapai dari perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 36,0 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 30

Rerata persentase degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi *ABS* pengaruh inokulum campuran tiga isolat bakteri isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan bakteri *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 0 sampai dengan 25 ppm. Pada medium degradasi berkadar 30 sampai dengan 100 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 31

Rerata waktu degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi *ABS* pengaruh inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada kadar *ABS* 20 ppm. Pada semua medium degradasi selain berkadar *ABS* 20 ppm satu dengan lainnya saling tidak berbeda secara bermakna. Waktu degradasi terpendek dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 32

Rerata waktu degradasi ABS perlakuan inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae* berbeda secara sangat bermakna dengan rerata persentase degradasi ABS pengaruh inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi dengan kadar ABS 5 dan 20 ppm. Selain medium degradasi kadar tersebut tidak terdapat perbedaan. Waktu degradasi ABS terpendek dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 33

Rerata waktu degradasi ABS perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis* berbeda secara sangat bermakna dengan isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* pada semua medium degradasi, kecuali yang berkadar ABS 0 ppm. Dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat secara bermakna pada medium degradasi berkadar ABS 5 sampai dengan 15 ppm. Selain pada medium degradasi berkadar ABS tersebut tidak ada perbedaan yang bermakna. Waktu degradasi ABS terpendek dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 34

Rerata waktu degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* berbeda sangat bermakna dengan inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus* *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 10, 15, 25 dan 30 ppm. Pada medium degradasi berkadar *ABS* 5, 20, 75 dan 100 ppm saling tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 35

Rerata waktu degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus* *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 sampai dengan 25 ppm. Pada medium degradasi berkadar *ABS* 30 sampai dengan 100 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dicapai dari perlakuan inokulum campuran tiga isolat sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 36

Rerata waktu degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan medium degradasi berkadar *ABS* 20 sampai dengan 100 ppm. Antara kadar 5 sampai dengan 15 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dari inokulum ini sebesar 51,5 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 37

Rerata waktu degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan semua kadar *ABS* yang diberikan ke dalam medium degradasi. Antara kadar *ABS* 10 dan 15 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dari inokulum ini sebesar 36,0 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 38

Rerata waktu degradasi *ABS* antarperlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi berkadar *ABS* 5 ppm berbeda sangat bermakna dengan semua kadar *ABS* yang diberikan ke dalam medium degradasi. Antara kadar 10 dan 15 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dari inokulum ini sebesar 45,3 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

## TEMUAN - 39

Rerata waktu degradasi ABS perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus epidermidis* berbeda sangat bermakna dengan perlakuan inokulum campuran tiga isolat bakteri medium *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi degradasi berkadar ABS 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm. Antara kadar 30, 75, dan 100 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi ABS terpendek dicapai oleh campuran tiga isolat bakteri sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 40

Rerata waktu degradasi ABS perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna dengan perlakuan inokulum campuran tiga isolat bakteri medium *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi degradasi berkadar ABS 10, 25, 75, dan 100 ppm. Antara kadar 5, 15, 20, dan 30 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi ABS terpendek dicapai oleh campuran tiga isolat bakteri sebesar 36,0 hari pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

## TEMUAN - 41

Rerata waktu degradasi *ABS* perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan *Enterobacter gergoviae* berbeda sangat bermakna dengan perlakuan inokulum campuran tiga isolat bakteri medium *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae* pada medium degradasi dengan kadar *ABS* 5 sampai dengan 25 ppm. Pada medium degradasi dengan kadar *ABS* 30 dan 100 ppm tidak ada perbedaan secara bermakna. Waktu degradasi *ABS* terpendek dicapai oleh campuran tiga isolat bakteri sebesar 42,7 hari pada medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm.

Pengujian yang bertujuan mencari perbedaan pengaruh interaksi antara tujuh jenis inokulum dengan sembilan macam kadar *ABS* pada waktu degradasi disajikan pada tabel 5.2 dan lampiran 2. Dari tabel dan lampiran tersebut dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

## TEMUAN - 42

Interaksi antara tujuh jenis inokulum bakteri dengan sembilan macam kadar *ABS* yang diberikan dalam medium degradasi berpengaruh sangat bermakna terhadap waktu degradasi *ABS*

## TEMUAN - 43

Terdapat pengaruh interaksi secara sangat baermakna antara tujuh jenis inokulum bakteri dengan sembilan macam kadar *ABS* yang diberikan dalam medium terhadap waktu degradasi *ABS*, kecuali kadar *ABS* 0 ppm tidak ada interaksi secara bermakna.

Tabel 5.3 di bawah ini disajikan untuk membandingkan lamanya waktu degradasi medium degradasi berkadar *ABS* 100 ppm antara sebelum dan sesudah pengocokan.

Tabel 5.3 Prediksi waktu yang diperlukan untuk mendegradasi habis *ABS* berkadar 100 ppm dalam medium degradasi

Jenis kombinasi perlakuan	Pers. regresi	r	waktu (hari)
A	$y = 89,2 - 0,74 x$	-0,98	120
B	$y = 81,2 - 0,53 x$	-0,98	153
C	$y = 82,6 - 0,58 x$	-0,62	142
AB	$y = 83,3 - 0,68 x$	-0,82	123
AC	$y = 96,0 - 1,01 x$	-0,99	95
BC	$y = 78,6 - 0,59 x$	-0,72	133
ABC	$y = 85,6 - 0,83 x$	-0,82	103

Keterangan :

- A : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus*  
 B : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis*  
 C : Inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae*

Sumber : Ekowati *et al.*, (1992).

Dari tabel 5.3 di atas dapat ditarik kesimpulan di bawah ini,



IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**UNIVERSITAS AIRLANGGA**

JL. AIRLANGGA NO. 4 - 6 SURABAYA 60286 TELP. 5341348, 5321983, 5342557 FAX : (031) 5342557

**MEMO**

Yth. :

Dari : Rektor

*Sumi*

*20*  
*-*

*2 9-12*

Surabaya,  
Rektor,

Prof.dr.H. Soedarto, DTM&H, Ph.D.  
NIP. 130350713

BISIDEGRA DASIALKYL BENZENE SURABAYA

*9*  
*13/10/91*

## TEMUAN - 44

Pengocokan medium degradasi berkadar ABS 100 ppm mampu memperpendek rerata waktu degradasi 0,38 kalinya dengan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus*, 0,31 kalinya dengan inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis*, 0,28 kalinya dengan inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae*, 0,41 kalinya inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis*, 0,37 kalinya dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae*, 0,27 kalinya dengan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae*, dan 0,41 kalinya dibandingkan dengan campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterobacter gergoviae*, semuanya dibandingkan dengan tanpa pengocokan.

Waktu degradasi ABS terpendek dicapai dari perlakuan inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan bakteri *Enterobacter gergoviae* sebesar 36,0 hari pada medium degradasi berkadar ABS 100 ppm.

#### 5.1.1. Uji hasil biodegradasi terhadap viabilitas *Escherichia coli*

Untuk mengetahui sampai sejauh mana toksisitas hasil biodegradasi terhadap lingkungan perairan maka dilakukan pengujian terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* tidak

patogen dengan asumsi bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri yang umum, terdapat dalam jumlah besar serta mampu bertahan hidup di perairan dalam waktu relatif lama.

Data yang disajikan dalam bentuk logaritma jumlah bakteri *Escherichia coli* yang dapat tumbuh dalam cawan Petri dengan medium Agar Nutrien disajikan pada lampiran 3.

*Escherichia coli* dengan jumlah  $10^1$  sel / ml sebagai mikroorganisme penguji dapat tumbuh pada semua perlakuan berkisar  $9^9$  -  $10^9$  sel / ml pada waktu inkubasi 12 jam, merupakan bukti bahwa hasil degradasi tidak toksik bagi lingkungan.

Ketidak toksikan tersebut juga didukung dengan pernyataan bahwa menurut Cain (1976) dalam Anonim (1991) dan Bailey (1978) oksidasi surfaktan ABS identik dengan  $\beta$ -oksidasi asam karboksilat memang dapat menghasilkan senyawa antara bersifat disinfektan yaitu alkohol dan aldehid namun tidak dapat larut sebagai metabolit. Jadi jika pada waktu lama mikroorganisme perombak *alkylbenzene sulfonate* mati kemudian sel lisis dan alkohol serta aldehid kemudian larut ke dalam medium, namun sampai sejauh ini belum pernah ada laporan penelitian yang menunjukkan bahwa *Escherichia coli* mampu mengkonsumsi alkohol dan aldehid sebagai sumber karbon.

Dari lampiran 3 tersebut dapat ditarik kesimpulan di bawah ini,

**TEMUAN - 45**

Hasil degradasi kombinasi perlakuan tujuh jenis bakteri dengan sumbilan macam kadar *ABS* tidak toksik.

**5.2 Temuan-temuan isolat baru**

Mikroorganisme yang mampu tumbuh pada medium mineral dengan *ABS* sebagai satu-satunya sumber karbon adalah mikroorganisme yang mempunyai kemampuan untuk memecah *ABS* kemudian mengubahnya menjadi senyawa lain yang lebih sederhana.

Untuk memastikan mikroorganisme yang memiliki kemampuan tersebut, telah dilakukan isolasi dan identifikasi jenis-jenis mikroorganisme isolat-isolat yang telah terinventarisasi.

Penelitian awal yang telah dilakukan melalui serangkaian kegiatan isolasi dari berbagai kadar *ABS* limbah cair buangan rumah-tangga yaitu 5,7 ppm, 11,2 ppm 22,3 ppm ditemukan 12 isolat. Setelah diidentifikasi, ternyata hanya diperoleh 2 jenis yang tergabung di dalam 2 marga

**5.2.1 Mikroorganisme - 1**

Ciri koloni : pada medium Agar Nutrient, koloni berwarna krem, tepi bergerigi dengan permukaan halus. Bentuk koloni seperti akar. Tidak terlihat merubah warna medium

tidak dapat mempergunakan sitrat sebagai sumber karbon, fermentatif, dapat mereduksi nitrat. Uji katalase dan oksidase menunjukkan hasil positif.

Tidak dapat menghasilkan *levan* dari *sucrose*, tidak mampu melakukan proses denitrifikasi, menghidrolisa gelatin, tidak menghidrolisis pati.

Reaksi terhadap beberapa jenis gula dan turunannya : *glucose* positif, *trehalose* negatif, *2-ketogluconate* negatif, *meso-inositol* negatif, *geraniol* negatif, *l-valine* negatif, *β-alanine* negatif, *l-arginine* positif, *d-xylose* negatif, *D-ribose* positif, *D-rhamnose* negatif, *saccharate* negatif, *levulinate* negatif, *citraconate* negatif, *mesaconate* negatif, *D-tartrate* negatif, *erycytol* negatif, *adonitol* negatif, *2,3 butylene glycol* negatif, *m-hydrobenzoate* negatif, *tryptamine* negatif, *α-amylamine* negatif, *sucrose* negatif.

Tidak membutuhkan faktor tumbuh berupa bahan organik seperti *panthotenate*, *methionine*, *biotine*, *cyanocobalamine*, *methionine* atau *cystine*.

Suhu pertumbuhan antara 28 - 32 °C pH antara 6,5 - 7,2. Tidak bersifat parasit pada manusia, hewan maupun tumbuhan.

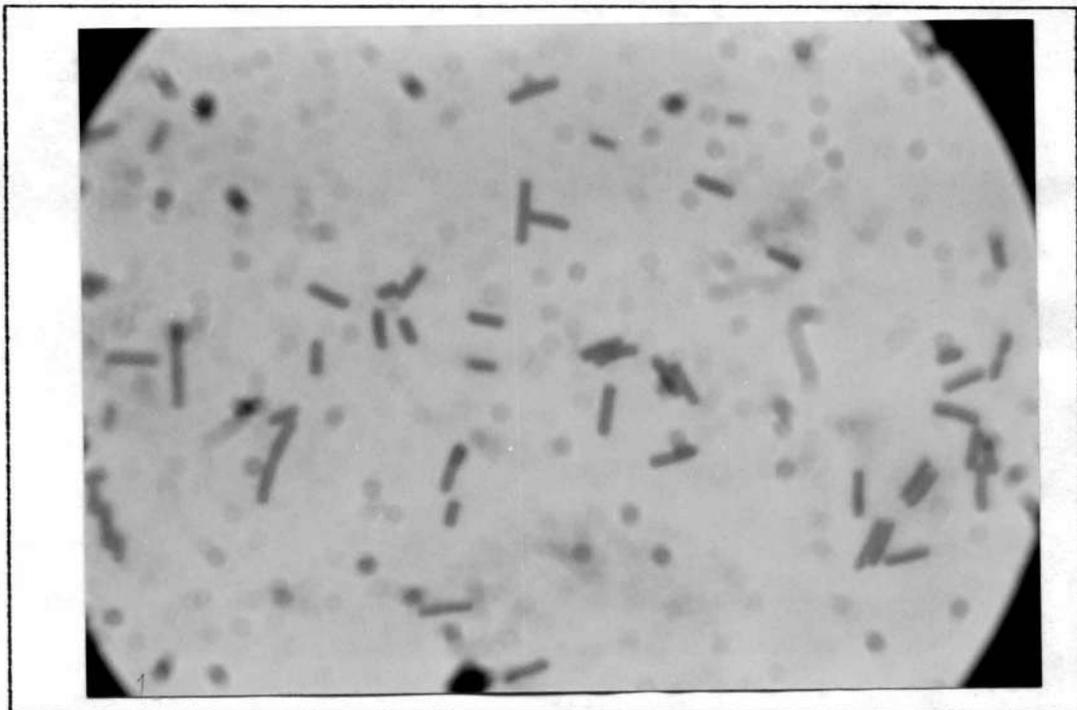
Menurut *Bergey's Manual Determinative of Bacteriology* Edisi IX mikroorganisme tersebut termasuk bakteri *Pseudomonas facillis*.

Berdasarkan fakta di atas maka penelitian berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi mikroorganisme dari limbah

cair buangan rumah-tangga yang tercemar deterjen seperti temuan-47 berikut ini,

TEMUAN - 47

Jenis bakteri yang berhasil diidentifikasi adalah sebagai berikut : *Pseudomonas facilis*



Gambar 5.2 Bakteri *Pseudomonas facilis*

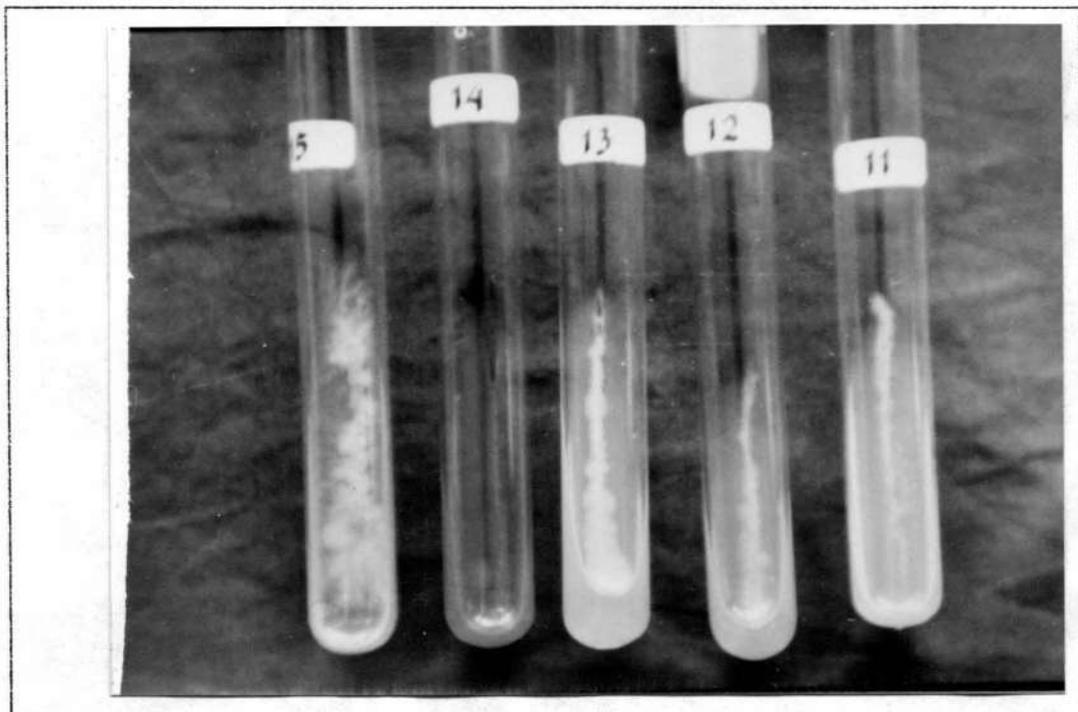
1/k.

Kedua jenis bakteri setelah diuji pertumbuhannya pada medium Nutrien Cair diperkaya dengan LAS berkadar 100 ppm ternyata dapat tumbuh, berarti mampu juga mendegradasi LAS.

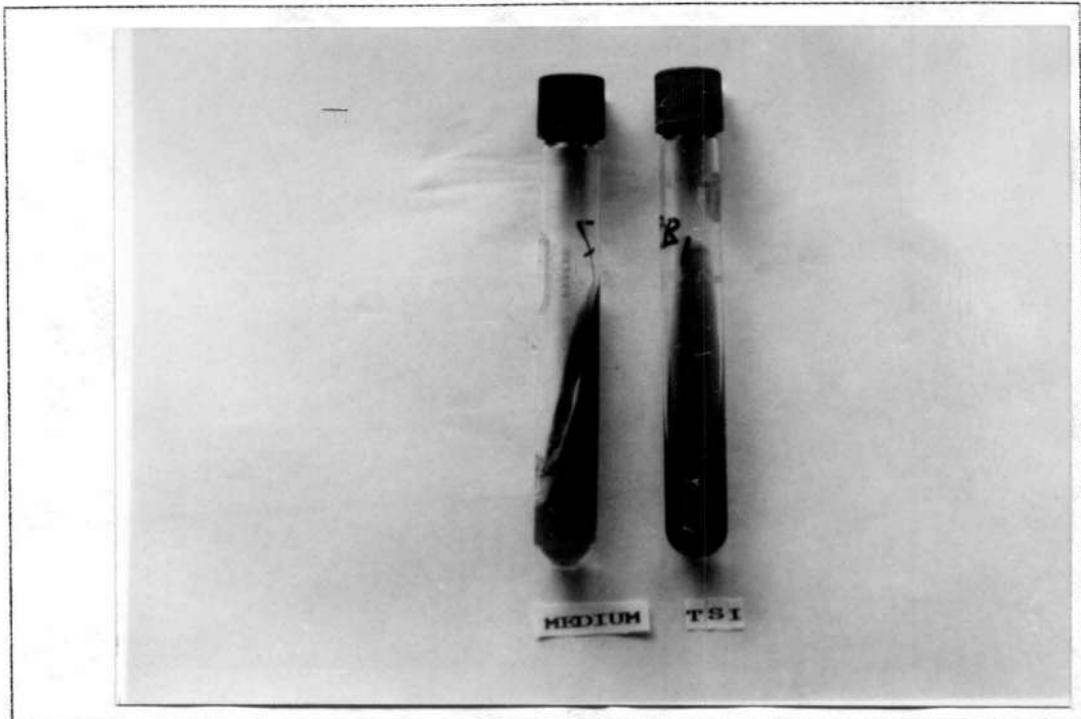
Hasil penelitian terhadap temuan-temuan tersebut didukung oleh hasil kerja di laboratorium yang disajikan pada gambar-gambar di bawah ini,



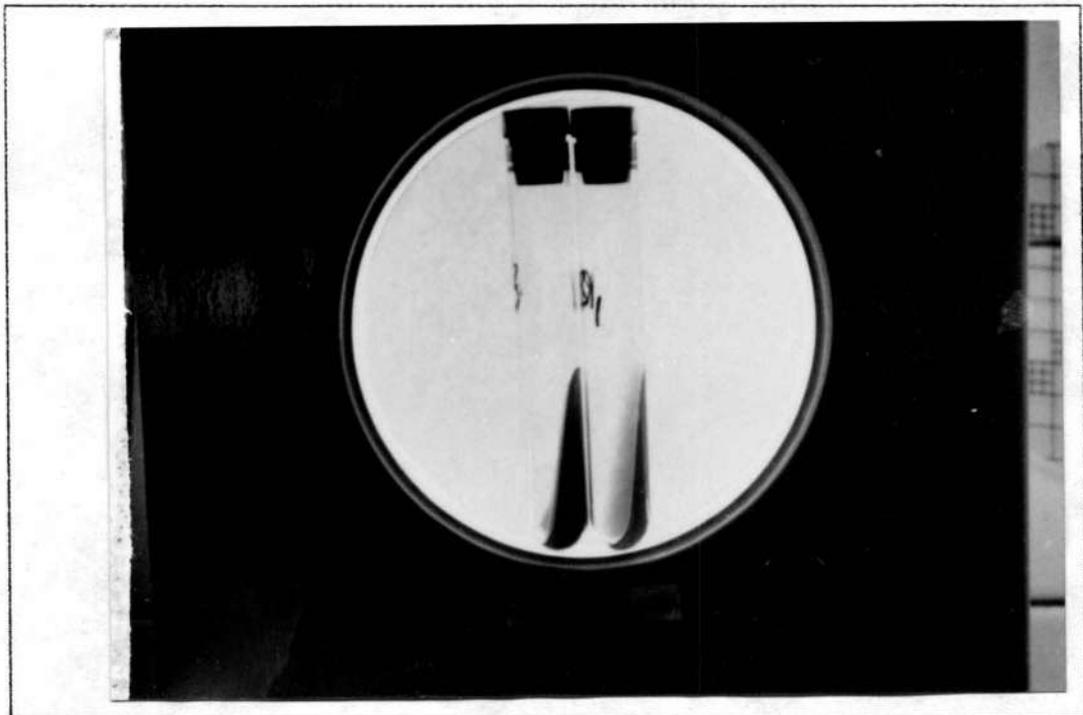
Gambar 5.3 Hasil biakan awal bakteri menggunakan medium Agar Nutrien diperkaya dengan ABS 100 ppm.



Gambar 5.4 Biakan murni bakteri menggunakan medium Agar Nutrien diperkaya dengan ABS 100 ppm.



Gambar 5.5 Karakteristik isolat-isolat menggunakan medium Triple Sugar iron Agar  
Kiri : medium Kosong      Kanan : warna hitam karena ada pembentukan  $H_2S$



Gambar 5.6 Karakteristik isolat-isolat pada medium Agar Simmon Citrate dalam menggunakan karbohidrat  
Kiri : medium Kosong berwarna hijau  
Kanan: berubah warna menjadi biru karena menggunakan karbohidrat

### 5.3 Isolat bakteri paling pendek waktu degradesinya

Ada isolat-isolat bakteri yang mampu mendegradasi habis ABS dari berbagai kadar, untuk mengetahui isolat yang tertinggi kemampuan biodegradasinya, lebih tepat disajikan data waktu degradasi ABS yang paling pendek. Data rerata waktu degradasi dari berbagai perlakuan disajikan pada tabel 5.4 di bawah ini,

Tabel 5.4 Rerata waktu degradasi hasil perlakuan tujuh jenis inokulum bakteri (B) dengan D sembilan macam kadar ABS (D) pada  $p < 0,01$

Inokulum / kadar ABS	Persentase degradasi (%)									
	0	5	10	15	20	25	30	75	100	
A	0,00 a 1	252,2 d 8	217,1 d 7	204,4 d 7	190,9 c 6	162,7 c 5	130,7 bc 4	60,6 b 3	46,6 bc 2	146,5 a
B	0,00 a 1	277,2, a 6	259,2 b 6	173,1 b 56	163,4 b 5	145,9 b 4	134,9 bc 4	60,1 b 3	47,5 bc 2	122,6 a
C	0,00 a 1	264,1 b 8	256,8 bc 7	217,1 b 6	161,1 b 5	141,9 b 4	122,4 b 3	51,3 ab 2	39,8 bc 6	122,7 b
AB	0,00 a 1	179,5 b 7	167,6 c 7	165,7 c 67	162,6 c 6	161,3 c 5	141,7 c 4	65,4 b 3	51,5 b 2	133,5 d
AC	0,00 a 1	204,3 a 7	201,4 a 6	191,8 a 5	142,6 a 5	117,9 a 4	104,8 a 3	46,4 a 2	36,0 a 2	106,5 a
BC	0,00 a 1	189,2 c 8	180,6 d 7	218,0 d 7	193,6 a 6	163,5 c 5	137,0 c 4	59,8 b 3	45,3 ab 2	142,4 d
ABC	0,00 a 1	162,8 a 7	145,8 b 7	159,1 ab 6	148,2 a 5	136,3 b 4	126,7 bc 4	57,9 f 3	42,7 b 2	116,5 e
D	0,00 a 1	39,1 a 3	38,5 a 3	37,4 a 3	36,0 a 3	33,5 a 3	30,3 a 3	16,3 a 2	10,1 a 12	26,8 c
E	0,00 a 1	45,2 a 3	41,8 a 3	39,3 a 3	37,6 a 3	37,2 a 3	36,1 a 3	22,1 a 2	15,2 a 2	30,5 b
Rerata	0,00 1	275,7 9	163,1 8	153,3 7	139,6 6	122,6 5	107,1 4	48,9 3	37,2 2	105,8
Std.Dev.	18,08									

#### Keterangan :

- Angka rerata hasil degradasi ABS yang didampingi huruf yang sama berarti pengaruh bakteri dalam kadar tidak berbeda secara sangat bermakna,
- Angka rerata hasil degradasi ABS yang didampingi angka yang sama berarti pengaruh kadar dalam bakteri tidak berbeda secara sangat bermakna,

- A : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus aureus*
- B : Inokulum isolat tunggal bakteri *Staphylococcus epidermidis*
- C : Inokulum isolat tunggal bakteri *Enterobacter gergoviae*
- D : Inokulum isolat tunggal bakteri *Kurthia zopfii*

- E : Inokulum isolat tunggal bakteri *Pseudomonas facillis*  
 AB : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus*  
 dengan *Staphylococcus epidermidis*  
 AC : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus aureus*  
 dengan *Enterobacter gergoviae*  
 BC : Inokulum isolat ganda bakteri *Staphylococcus epidermi-*  
*dis* dengan *Enterobacter gergoviae*  
 ABC: Inokulum campuran tiga isolat bakteri *Staphylococcus*  
*aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter*  
*gergoviae*  
 Std.Dev. : Standar deviasi  
 p : Probabilitas

Dari data yang disajikan pada tabel 5.4 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

#### TEMUAN - 48

Waktu degradasi pada semua kadar *ABS* yang diberikan ke dalam medium degradasi, hasil penggunaan inokulum isolat bakteri tunggal *Kurthia zopfii* berbeda secara sangat bermakna dengan isolat tunggal dan ganda yang ditemukan sebelumnya, namun tidak berbeda secara bermakna dengan penggunaan inokulum isolat tunggal bakteri *Pseudomonas facillis*. Proses degradasi menggunakan inokulum isolat bakteri tunggal *Kurthia zopfii* pada semua kadar *ABS* menghasilkan waktu degradasi terpendek antara 0,067 sampai dengan 0,106 kali lebih pendek dibandingkan dengan penggunaan inokulum isolat-isolat bakteri yang ditemukan sebelumnya.

Tabel 5.4 menunjukkan bahwa waktu degradasi dari semua perlakuan berbagai jenis bakteri dapat mencapai 10,1 - 252,2

hari. Waktu ini sangat bervariasi antara jenis bakteri satu dengan yang lainnya. Secara umum dari perlakuan jenis bakteri terhadap berbagai kadar ABS penggunaan inokulum isolat tunggal bakteri *Kurthia zopfii* hanya membutuhkan waktu 10,1 hari dalam mendegradasi habis ABS berkadar 100 ppm. Dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan Ekowati dkk. (1992) waktu yang diperlukan oleh isolat-isolat *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Enterobacter gergoviae* beserta kombinasinya yang memerlukan waktu degradasi sampai ABS berkadar 100 ppm habis terdegradasi sekitar 95 - 153 hari, maka *Kurthia zopfii* mampu meningkatkan efisiensi waktu degradasi degradasi 0,067 sampai dengan 0,106 kali lebih pendek.

Didukung oleh sifatnya yang tidak patogen dapat melakukan biodegradasi pada suhu yang tidak tinggi dan pH yang mendekati netral maka pengembangan pada skala selanjutnya lebih efektif dan efisien.

Dari keunggulan sifat-sifat *Kurthia zopfii* masih perlu dipertimbangkan kadar ABS yang mampu memberikan waktu retensi ( $\mu$ ) tertinggi dibandingkan dengan kadar-kadar lain yang diperlakukan.

Tabel 5.5 berikut ini adalah berbagai nilai waktu retensi ( $\mu$ ) dari berbagai kadar ABS yang diperlakukan dengan *Kurthia zopfii*.

Tabel 5.5 Nilai rerata waktu retensi ( $\mu$ ) berbagai kadar ABS yang diperlakukan dengan isolat bakteri *Kurthia zopfii*

Kadar ABS	Nilai $\mu$
1,0 ppm	0,11
2,5 ppm	0,19
5,0 ppm	0,23
10,0 ppm	0,37
15,0 ppm	0,53
20,0 ppm	0,60
25,0 ppm	0,52
30,0 ppm	0,47
75,0 ppm	0,28
100,0 ppm	0,36

Dari tabel 5.5 di atas dapat ditunjukkan bahwa dari segi  $\mu$ , kadar ABS 20 ppm merupakan kadar yang dapat memberikan  $\mu$  tertinggi. Artinya untuk semua kadar yang diperlakukan, kadar 20 ppm memberikan beban yang teringan bagi kerja *Kurthia zopfii* oleh karena itu kadar 20 ppm ini akan digunakan sebagai medium yang digunakan untuk perlakuan pada Penelitian tahap ketiga, keempat, dan kelima.

### 5.3 Peningkatan efisiensi biodegradasi dengan pengaturan suhu dan pH sesuai untuk pertumbuhan bakteri *Kurthia zopfii*

Bakteri *Kurthia zopfii* yang telah terbukti paling efektif dan efisien melakukan biodegradasi berbagai kadar ABS masih harus ditingkatkan kemampuan biodegradasinya. Salah satu cara yang ditempuh adalah mengatur suhu dan pH sesuai dengan kisaran pertumbuhannya.

Hasil penelitian tahap ketiga menunjukkan adanya perbedaan-perbedaan nilai rerata waktu degradasi dari perlakuan

suhu dan pH yang diperlakukan terhadap *Kurthia zopfii*. Data disajikan pada tabel 5.6 di bawah ini,

Tabel 5.6 Rerata waktu degradasi (hari) sampai ABS 20 ppm habis terdegradasi (  $p < 0,01$  )

Kombi- nasi Perla- kuan	Wak- tu Degra- dasi	Kombi- nasi Perla- kuan	Wak- tu Degra- dasi	Kombi- nasi Perla- kuan	Wak- tu Degra- dasi
S <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	27,15 i	S <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	23,48 h	S <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	11,78 b
S <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	20,64 g	S <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	17,59 f	S <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	8,67 a
S <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	15,35 e	S <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	12,51 c	S <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	13,00 d

Keterangan :

Angka yang didampingi huruf yang sama menyatakan tidak berbeda secara sangat bermakna.

Dari sajian data pada tabel 5.6 dapat ditarik kesimpulan di bawah ini,

#### TEMUAN - 49

Terdapat perbedaan secara sangat bermakna antara waktu degradasi yang diperoleh antar kombinasi perlakuan suhu (26°C, 28°C, 30°C) dan pH (7,0; 7,2; 7,4) oleh bakteri *Kurthia zopfii* pada kondisi kadar ABS 20 ppm. *Kurthia zopfii* memberikan waktu degradasi terpendek sebesar 8,67 hari. Dibandingkan tanpa pengaturan suhu ada pemendekan waktu degradasi 1,43 hari atau 14,05 %.

Pengujian interaksi antar perlakuan disajikan pada lampiran 5. Dari sajian data yang disajikan pada lampiran 5 dapat disimpulkan,

## TEMUAN - 50

Terdapat interaksi secara sangat bermakna antarpengaruh perlakuan suhu dalam pH demikian juga pengaruh perlakuan pH dalam suhu terhadap hasil degradasi ABS kadar 20 ppm yang dilakukan oleh bakteri *Kurthia zopfii*.

#### 5.4 Peningkatan kemampuan biodegradasi *Kurthia zopfii* melalui pengaturan kecepatan aerasi yang sesuai

Kemampuan biodegradasi yang telah meningkat melalui pemberian suhu dan pH pertumbuhan yang sesuai perlu ditingkatkan lagi kemampuannya dengan pengaturan pemberian aerasi. Hasil penelitian dari penelitian tahap keempat menunjukkan bahwa di antara lima macam perlakuan aerasi terdapat adanya perbedaan-perbedaan. Data rerata waktu degradasi disajikan pada tabel 5.7 berikut ini,

**Tabel 5.7 Rerata waktu degradasi sampai habisnya kadar ABS (hari) dari perlakuan *Kurthia zopfii* dan kecepatan aerasi pada kondisi kadar ABS 20 ppm, suhu 30°C pH 7,2 (  $p < 0,01$  ).**

Kombinasi perlakuan	Rerata waktu degradasi (hari)
<i>Kurthia zopfii</i> , aerasi 0,5 vvm	25,43 c
<i>Kurthia zopfii</i> , aerasi 1,0 vvm	17,51 b
<i>Kurthia zopfii</i> , aerasi 1,5 vvm	7,50 a
<i>Kurthia zopfii</i> , aerasi 2,0 vvm	14,66 b
<i>Kurthia zopfii</i> , aerasi 2,5 vvm	24,33 c

Keterangan :

Angka yang didampingi huruf yang sama berarti tidak ada perbedaan secara sangat bermakna.

Dari data yang disajikan pada tabel 5.7 di atas dapat

ditarik kesimpulan berikut ini,

#### TEMUAN - 51

Terdapat perbedaan waktu degradasi secara sangat bermakna antarpengaruh kecepatan aerasi 1,5 vvm dengan kecepatan aerasi 0,5 ; 1,0 ; 2,0 ; dan 2,5 vvm yang dilakukan oleh bakteri *Kurthia zopfii* pada kondisi kadar ABS 20 ppm, dengan hasil waktu terpendek 7,50 hari. Dibandingkan tanpa pengaturan aerasi yang sesuai terdapat pemendekan waktu degradasi 1,17 hari atau 15,6 %.

Selanjutnya pengujian penggunaan bahan pengamobil bakteri *Kurthia zopfii* menggunakan natrium alginat dan karagenen diperoleh hasil seperti sajian pada tabel 5.8 di bawah ini,

**Tabel 5.8 Rerata waktu degradasi ABS kadar 20 ppm, suhu 30°C, pH 7,2 aerasi 1,50 vvm oleh bakteri *Kurthia zopfii* yang telah diamobilkan**

Perlakuan	Waktu degradasi (hari)
Na-alginat	4,75 a
Karagenen	6,67 a

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama berarti tidak ada perbedaan secara sangat bermakna.

Pengujian adanya perbedaan secara statistik disajikan pada tabel 5.8. Dari sajian data tersebut dapat ditarik kesimpulan,

## TEMUAN - 52

Tidak ada perbedaan secara sangat bermakna antar bahan pengamobil terhadap hasil waktu degradasi yang dilakukan oleh bakteri *Kurthia zopfii* pada kondisi kadar ABS 20 ppm, suhu 30°C, aerasi 1,5 vvm menghasilkan waktu terpendek 4,75 hari. Dibandingkan tanpa pemberian bahan pengamobil ada pemendekan waktu degradasi 2,75 hari atau 35,48 %.