

V. SIMPULAN dan SARAN

A. Simpulan

Keberadaan biofilm mikrobentos pada suatu reaktor yang dirancang khusus untuk pertumbuhannya, dapat menurunkan kadar fosfat berlebih pada limbah deterjen *laundry*, hal tersebut terlihat dari rerata hasil pengamatan fosfat yang diperoleh sebesar 0,054 mg/l dan terjadi penurunan sebesar 98,3 % setelah melewati biofilm. Efektifitas biofilm terlihat pada kondisi yang optimal pada pengujian hari ke- 2. Dari hasil ini terlihat bahwa pemanfaatan biofilm mikrobentos dapat diterapkan untuk menurunkan kadar fosfat berlebih pada limbah deterjen *laundry*.

B. Saran

Hasil yang diperoleh dalam pemanfaatan mikroorganisme ini belum optimal, diperoleh beberapa saran yaitu :

- a. Dilakukan pengamatan sedimen tempat biofilm tersebut melekat.
- b. Dilakukan penelitian untuk pertumbuhan dan perkembangan biofilm pada kolom pengolahan limbah yang bervolume lebih besar daripada penelitian yang dilakukan kali ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, *Critical Habitat Information System for Coringa Mangroves*, Department of Ocean Development Icmam Project Directorate, Chennai Government of India
- Anonim, 2003, *Deterjen*, www. Pom. Go.id, di unduh 15 agustus 2009
- Anonim, 2005, SNI 06-6989. 31-2005, Badan Standarisasi Nasional, ICS 13.060.01
- Anonim, 2009, [http:// web. engr. oregonstate. edu/ ~istokj / grl – pages / grl project BTEX.htm](http://web.engr.oregonstate.edu/~istokj/grl-pages/grl-project/BTEX.htm), diunduh pada 17 oktober 2009
- Angela Wulff, Sten-A° ke Wa'ngberg, Graham J. C. Underwood, Kristina Sundba'ck, and Claes Nilsson, 2000, *Effects of UVB radiation on a marine Microphytobenthic community growing on a sand – substratum under different nutrient conditions* *Limnol. Oceanogr.*, 45(5), 2000, 1144–1152q 2000, The American Society of Limnology and Oceanography, Inc.
- Anna M. Romani', Adonis Giorgi, Vicenc, Acun'a, Sergi Sabater, 2004, *The Influence of substratum type and nutrient supply on biofilm organic matter Utilization in streams*, *Limnol. Oceanogr.*, 49(5), 2004, 1713–1721q, The American Society of Limnology and Oceanography, Inc.
- Atik Mawarni, 2002, Pengendalian Variabel Pengganggu atau Konfounding dengan analisis Kovarian, *eprints. Undip . ac . id/ 762 /1 / ANALISIS_COVARIANS .pdf*, diunduh pada 17 oktober 2009
- Barbara, V., Miao, C., Russell, J., Crawford, dan Elena, P. I., 2009, *Bacterial Extracellular Polysaccharides Involved in Biofilm Formation*, *Molecules journal*, 2535 – 2554; doi : 10.3390 / molecules 14072535, www.mdpi.com, diunduh pada tanggal 7 oktober 2009-10-09

- Desouky, A.E.H., Usama, B., Abdu, O. A, Hassan, M. dan Sahar, Z., 2003, *Effects of mixed nitrogen sources on biodegradation of phenol by immobilized Acinetobacter sp. strain W-17*, *African Journal of Biotechnology*.
- Dong, L. F., Thornton, D.C.O., Nedwft, D.B., dan Underwood G.J.C, 2000, *Denitrification in sediments of the River Colne estuary, England. Marine Ecology Progress Series* 203:109-122.
- Estradivari, Syahrir, Muh., Susilo, N., Yusri, S., Timotius, S., 2007, *Pengamatan Terumbu Karang Kepulauan Seribu 2004-2005* , The David Lucile Packard Foundation dan Yayasan Terumbu Karang Indonesia, Jakarta
- Hans, J., Jördening dan Josef, W., 2005, *Environmental Biotechnology. Concepts And Applications*, Edited by H.-J. Jördening dan J. Winter, Copyright © 2005 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
- Joseph A. Moss, Andreas Nocker, Joe E. Lepo, and Richard A. Snyder*, 2006 , *Stability and Change in Estuarine Biofilm Bacterial Community Diversity Center for Environmental Diagnostics and Bioremediation, APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, University of West Florida, Pensacola, Florida 32514, Copyright © 2006, American Society for Microbiology. All Rights Reserved.
- Judith, P. A., 2005, *Mathematic in medicine*, Department of Biochemistry, University of Oxford
- Kelly, J., Honeywill, C. and Paterson, D. M., 2001, Microscale analysis of Chlorophylla incohesive, intertidal sediments: the implications for microphytobenthos distribution., *Mar. Bioi. and Ecol.* 81:151-162.
- Kermani. M., Bina. B., H., Movahedian. M., Amin. M., dan Nikaein, M., 2008, *Application of Moving Bed Biofilm Process for Biological Organics and Nutrients Removal from Municipal Wastewater*, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, University of Medical Sciences, Isfahan, Iran, *American Journal of Environmental Sciences* 4 (6): 675-682
- Majid, K., Bijan, B., Hossein. M., Mohammad, M. A., Mahnaz. N., 2009, Biological phosphorus and nitrogen removal from wastewater using Moving bed biofilm process, *Iranian Journal of Biotechnology*, Vol.7

- Martinez-Alonso, M., Van Bleijswijk, J., Gaju, N., Muyzer, G., 2005, *Diversity of anoxygenic phototrophic sulfur bacteria in the microbial mats of the Ebro Delta: a combined morphological and molecular approach. FEMS Microbiol Ecology* 52 :339–350
- Melissa, D., 2006, Wastewater Treatment Professional Development hour Continuing Education Course, Technical Learning College
- Mitbavkar, Smita. S., 2003, *Eco-biology of marine diatoms with emphasis on the influence of physico-chemical parameters* Thesis submitted to the Goa University for the degree of Doctor of Philosophy in Marine Science National Institute of Oceanography Council of Scientific & Industrial Research Dona Paula, Goa – 403 004, INDIA
- Nugroho, A.Y., Siswoyo, E., Juliani, A., 2004, Penurunan Kadar Phosphate (PO_4) pada limbah cair Laundry dengan menggunakan reaktor Biosand Filter diikuti dengan Reaktor Activated Carbon, UII, Yogyakarta
- Paterson, M. D., Perkins, R., Consalvey, M., Underwood, G. J. C., 2003, *Ecosystem Function, Cell Micro-cycling and The Structure of Transient, Gatty Marine" Laboratory. University of St Andrews John Tabor Laboratories and University of Essex, U.K* Underwood, G. J. C., dan Paterson, D. M., 2003, *The importance of extracellular carbohydrate Production by marine epipellic diatoms, Advances in Botanical Research*
- PERATURAN MENTRI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 10 TAHUN 2009, tentang Baku Mutu Air Limbah Badi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Oleokimia Dasar.
- Sarah, M. D., 2008, Effects of Chemical Constituents of Laundry Detergents and Methods of Stain Removal, Chemistry EEI Schumacher, G., dan Sekoulov, I., 2002, *Polishing of secondary effluent by an algal biofilm process. Water Sci Technol* 46:83–90 Sciences, University of Essex, Colchester, Essex, U.K
- Schumacher, G., Blume, T., Sekoulov, I., 2003, *Bacteria reduction and nutrient removal in small wastewater treatment plants by an algal biofilm. Water Sci Technol* 47:195–202

- Smith, D. J., dan Underwood, G. J.C., 2000. *The production of extracellular carbohydrate exopolymers (ECE) by estuarine benthic diatoms: the effects of growth phase and light and dark treatment. Journal of Phycology* 36:321-333.
- Tanaka, N., 2002, Proses Lumpur Aktif dan Rotating Biological Contractor, Pelatihan Teknologi Tepat guna Pengolahan Limbah Cair, PUSTEKLIM (Pusat Teknolagi Limbah), Yogyakarta
- Underwood, G. J. C., 2005, *Microalgal (Microphytobenthic) Biofilms in Shallow Coastal Waters : How Important are Species?*, Proceedings of The California Academy of Sciences, Department of Biological Sciences, University of Essex, Colchester, Essex, U.K
- Wang, L. K., Pereira N. C., Hung, Y. T., and Shammas N. K., 2009, *Biological Treatment Processes, Handbook of Environmental Engenaring Volume 8*, Humana Press Zorex Corporation, Newtonville, New York
- Wimpenny, J., Manz, W., Szewzyk, U., 2000, *Heterogeneity in biofilms*, FEMS Microbiol
- Xiaoqi, Z., 2006, *Copper Removal by Biofilms*, Department of Civil and Environmental Engineering University of Massachusetts Lowell, Massachusetts Water Resources Research Center Publication No. 179
- Yuniarti , W, M., Yudaniayanti, I, S., Triakoso, N., 2008, *Pengaruh Pemberian Suplemen Kalsium Karbonat Dosis Tinggi Pada Tikus Putih Ovariohisterektomi Terhadap Mineralisasi Ginjal*, Klinik Hewan Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, *Jurnal veteriner* 2008 vol 9 no 2 : 73-78

Lampiran

Lampiran 1

Peta lokasi pengambilan sampel



Gambar 26. Peta lokasi pengambilan sampel

Lampiran 2. tempat pengambilan sampel air laut



Lokasi pengambilan biofilm

Gambar 27. Lokasi pengambilan biofilm. Lokasi pengambilan biofilm dibagian tepi, dan pengambilan dilakukan pada saat surut, pada daerah itu pun dilakukan pemasangan perangkat biofilm.

Lampiran 3

Perhitungan TSS

Sebelum penambahan limbah deterjen

1. $\frac{(620,28 - 0,28)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $6,2 \text{ mg/ml}$
2. $\frac{(780,29 - 0,29)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $7,8 \text{ mg/ml}$
3. $\frac{(58,28 - 0,28)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $5,8 \text{ mg/ml}$
4. $\frac{(640,28 - 0,28)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $6,4 \text{ mg/ml}$

Setelah penambahan limbah deterjen

1. $\frac{(0,31 - 0,26)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $0,0005 \text{ mg/ml}$
2. $\frac{(0,33 - 0,27)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $0,0003 \text{ mg/ml}$
3. $\frac{(0,32 - 0,27)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $0,0005 \text{ mg/ml}$
4. $\frac{(0,30 - 0,28)\text{mg}}{100 \text{ ml}}$
= $0,0008 \text{ mg/ml}$

Perhitungan DO

Sebelum penambahan limbah deterjen

1. $4,6 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,23 \text{ ppm}$
2. $3 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,15 \text{ ppm}$
3. $2 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,1 \text{ ppm}$
4. $1,6 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,08 \text{ ppm}$

Setelah penambahan limbah deterjen

1. $1,2 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,06 \text{ ppm}$
2. $8 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,09 \text{ ppm}$
3. $2 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,1 \text{ ppm}$
4. $2,1 \times 0,05 \text{ ppm}$
= $0,105 \text{ ppm}$

Lampiran 4

Standart baku mutu lingkungan

Tabel 11. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tahun 2004

BAKU MUTU AIR LAUT
UNTUK WISATA BAHARIKeputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
Nomor : Tahun 2004

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Warna	Pt. Co	30
2.	Bau		Tidak berbau
3.	Kecerahan ^a	m	>6
4.	Kekeruhan ^a	ntu	5
5.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	20
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
7.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
8.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD ₅	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH ₃ -N)	mg/l	nihil ¹
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	nihil ¹
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil ¹
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	nihil ¹
9.	Surfaktan (detergen)	mg/l MBAS	0,001
10.	Minyak & lemak	mg/l	1
11.	Pestisida ^f	µg/l	nihil ^{1(f)}
Logam terlarut:			
12.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
13.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,002
14.	Arsen (As)	mg/l	0,025
15.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002
16.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,050
17.	Timbal (Pb)	mg/l	0,005
18.	Seng (Zn)	mg/l	0,095
19.	Nikel (Ni)	mg/l	0,075

Lampiran 5

Tabel 12. Peraturan Pemerintah Nomer 82 Tahun 2001

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air				
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas I	Keterangan
1	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$	deviasi 3	Deviasi temperatur dari keadaan alamianya
2	Residu terlarut	mg/L	1000	
3	Residu tersuspensi	mg/L	50	Pengelolaan air minum secara konvensional ≤ 5000 mg/L
4	pH	-	6 - 9	
5	BOD ₅	mg/L	2	
6	COD	mg/L	10	
7	DO	mg/L	6	
8	PO ₄ ⁻³ sebagai P	mg/L	0.2	
9	NO ₃ sebagai N	mg/L	10	
10	NH ₃ -N	mg/L	0.5	
11	NH ₂ -N	mg/L	0.06	Pengolahan air minum secara konvensional ≤ 1 mg/L
12	Arsen	mg/L	0.05	
13	Kobalt	mg/L	0.2	
14	Barium	mg/L	1	
15	Kadmium	mg/L	0.01	
16	Khrom (VI)	mg/L	0.05	
17	Tembaga	mg/L	0.02	Pengelolaan air minum secara konvensional ≤ 1 mg/L
18	Besi	mg/L	0.3	Pengelolaan air minum secara konvensional ≤ 5 mg/L
19	Timbal	mg/L	0.03	Pengelolaan air minum secara konvensional ≤ 0.1 mg/L
20	Mangan	mg/L	0.1	
21	Air Raksa	mg/L	0.001	
22	Seng	mg/L	0.05	Pengelolaan air minum secara konvensional ≤ 5 mg/L
23	Khlorida	mg/L	-	
24	Sianida	mg/L	0.02	
25	Flourida	mg/L	0.5	
26	Sulfat	mg/L	400	
27	Khlorida bebas	mg/L	0.03	
28	S sebagai H ₂ S	mg/L	0.002	Pengolahan air minum secara konvensional ≤ 0.1 mg/L
29	Fecal coliform	Jml/100 ml	100	
30	Total coliform	Jml/100 ml	1000	
31	Gross-A	Bq/L	0.1	
32	Gross-B	Bq/L	1	
33	Minyak dan Lemak	ug/L	1000	
34	Deterjen sebagai MBAS	ug/L	200	
35	Fenol	ug/L	1	
36	BHC	ug/L	210	
37	Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	
38	Chlordane	ug/L	3	
39	DDT	ug/L	2	
40	Heptachlor dan Heptachlor epoxide	ug/L	14	
41	Lindane	ug/L	50	
42	Methoxychlor	ug/L	35	
43	Endrin	ug/L	1	
44	Toxaphan	ug/L	5	

Keterangan lampiran 5

mg	= milligram
ug	= mikrogram
ml	= milliliter
L	= liter
Bq	= Bequerel
MBAS	= Methylen Blue Aktive Substance
ABAM	= Air baku untuk air minum

Logam berat merupakan logam tgerlarut

Nilai diatas merupakan nilai maksimum kecuali untuk pH dan DO

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum

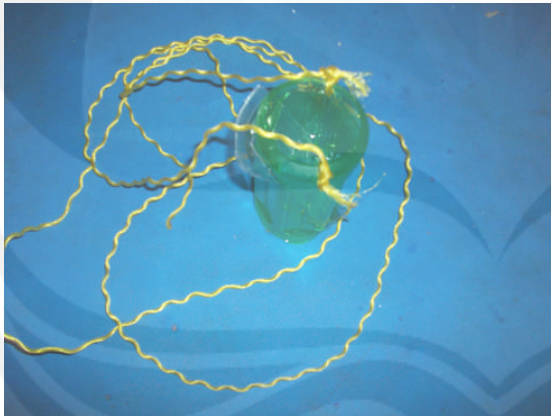
Nilai DO merupakan nilai minum

Tanda $\leq$ adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda $\geq$ adalah lebih besar atau sama dengan

Lampiran 6

Perangkap biofilm mikrobentos



Gambar 28. Perangkap biofilm
Mikrobentos tampak atas



Gambar 29. Perangkap biofilm
Mikrobentos, tampak samping



Gambar 30. Perangkap biofilm Mikrobentos, tampak samping

Lampiran 7

Perhitungan efektifitas biofilm dalam penurunan kadar fosfat (Judith, 2005).

$$\frac{(a - b)}{a} \times 100\% = y \%$$

keterangan : a : nilai fosfat sebelum masuk bioreaktor
 b : nilai fosfat setelah masuk bioreaktor
 y : nilai efektifitas penurunan

$$\frac{(3,21 - 0,054)}{3,21} \times 100\% = 98,3\%$$

Data Mentah

Pengamatan untuk fosfat (PO_4^{3-})
(mg/l), pada limbah pembuangan

1 a. 2,5
b. 2,4
c. 2,9

rerata 2,6

2 a. 3,55
b. 3,65
c. 3,48

rerata 3,56

3 a. 3,2
b. 3,4
c. 3,3

rerata 3,3

4 a. 3,6
b. 3,2
c. 3,4

rerata 3,4

rerata 3,21

Pengamatan untuk fosfat (PO_4^{3-})
(mg/l), pada reaktor pengolahan

1 a. underange
b. underange
c. underange

rerata underange

2 a. underange
b. 0,069
c. 0,075

rerata 0,0617

3 a. underange
b. underange
c. underange

rerata underange

4 a. underange
b. underange
c. underange

rerata underange

rerata 0,054

Pengamatan untuk suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Pada limbah pembuangan

1 a. 26
b. 26
c. 26

rerata 26

2 a. 28
b. 27
c. 26

rerata 27

3 a. 26
b. 26
c. 26

rerata 26

4 a. 27
b. 27
c. 27

rerata 27

rerata 26,5

Pengamatan untuk suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Pada reaktor pengolahan

1 a. 28
b. 26
c. 27

rerata 27

2 a. 27
b. 25
c. 26

rerata 26

3 a. 27
b. 26
c. 28

rerata 27

4 a. 26
b. 24
c. 25

rerata 25

rerata 26,25

Pengamatan DO (mg/l) sebelum
pada limbah pembuangan

1 a. 0,24
b. 0,22
c. 0,23

rerata 0,23

2 a. 0,13
b. 0,16
c. 0,16

rerata 0,15

3 a. 0,1
b. 0,1
c. 0,1

rerata 0,1

4 a. 0,08
b. 0,08
c. 0,08

rerata 0,08

rerata 0,14

Pengamatan DO (mg/l) setelah
penambahan limbah
Pada reaktor pengolahan

1 a. 0,06
b. 0,09
c. 0,05

rerata 0,05

2 a. 0,09
b. 0,1
c. 0,08

rerata 0,09

3 a. 0,08
b. 0,12
c. 0,1

rerata 0,1

4 a. 0,11
b. 0,10
c. 0,105

rerata 0,105

rerata 0,0887

Pengujian untuk salinitas (ppt)
Pada limbah pembuangan

1 a. 0,42
b. 0,48
c. 0,12

rerata 0,34

2 a. 0,4
b. 0,4
c. 0,4

rerata 0,4

3 a. 0,56
b. 0,37
c. 0,45

rerata 0,46

4 a. 0,8
b. 0,6
c. 0,4

rerata 0,3

rerata 0,375

Pengujian untuk salinitas (ppt)
Pada reaktor pengolahan

1 a. 10.350
b. 10.520
c. 10.420

rerata 10.420

2 a. 10.460
b. 10.430
c. 10.520

rerata 10.470

3 a. 10.520
b. 10.520
c. 10.520

rerata 10.520

4 a. 10.660
b. 10.660
c. 10.660

rerata 10.660

rerata 10.520

Pengamatan TDS (ppm)
Pada limbah pembuangan

1 a. 110
b. 90
c. 100

rerata 100

2 a. 90
b. 70
c. 80

rerata 80

3 a. 80
b. 90
c. 70

rerata 80

4 a. 85
b. 85
c. 100

rerata 100

rerata 87,5

Pengamatan TDS (ppm) pada
reaktor pengolahan

1 a. 1200
b. 1000
c. 1100

rerata 1100

2 a. 1090
b. 1090
c. 1090

rerata 1090

3 a. 1120
b. 1120
c. 1120

rerata 1120

4 a. 1300
b. 1300
c. 1300

rerata 1300

rerata 1152,5

Pengamatan pH
Pada limbah pembuangan

1 a. 7,3
b. 7,3
c. 7,3

rerata 7,3

2 a. 7,3
b. 7,3
c. 7,3

rerata 7,3

3 a. 6,4
b. 6,3
c. 6,5

rerata 6,4

4 a. 6,5
b. 6,7
c. 6,6

rerata 6,6

rerata 6,9

Pengamatan pH
pada reaktor pengolahan

1 a. 6,9
b. 6,9
c. 6,9

rerata 6,9

2 a. 6,8
b. 6,8
c. 6,8

rerata 6,8

3 a. 6,8
b. 6,8
c. 6,8

rerata 6,8

4 a. 7,11
b. 7,11
c. 7,11

rerata 7,11

rerata 6,902

Pengamatan TSS (mg/l)
pada limbah pembuangan

1 a. 6,2	
b. 6,2	
c. 6,2	
rerata	6,2
2 a. 7,8	
b. 7,8	
c. 7,8	
rerata	7,8
3 a. 5,6	
b. 5,9	
c. 5,9	
rerata	5,8
4 a. 6,5	
b. 6,3	
c. 6,4	
rerata	6,4
rerata	65,5

Pengamatan TSS (mg/l)
Pada reaktor pengolahan

1 a. 0,011	
b. 0,011	
c. 0,011	
rerata	0,011
2 a. 0,002	
b. 0,002	
c. 0,002	
rerata	0,002
3 a. 0,003	
b. 0,003	
c. 0,003	
rerata	0,003
4 a. 0,003	
b. 0,003	
c. 0,003	
rerata	0,003
rerata	0,0047

Pengamatan COD (mg/l)
pada limbah pembuangan

1 a. 0,4
b. 0,4
c. 0,4

rerata 0,4

2 a. 0,6
b. 0,4
c. 0,5

rerata 0,5

3 a. 0,5
b. 0,4
c. 0,6

rerata 0,5

4 a. 0,54
b. 0,50
c. 0,64

rerata 0,56

rerata 0,49

Pengamatan COD (mg/l)
pada reaktor pengolahan

1 a. 0,6
b. 0,3
c. 0,5

rerata 0,4

2 a. 0,4
b. 0,4
c. 0,4

rerata 0,4

3 a. 0,5
b. 0,5
c. 0,5

rerata 0,5

4 a. 0,6
b. 0,4
c. 0,5

rerata 0,5

rerata 0,45