

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan yang diperoleh dari penelitian biodegradasi kain akrilik, spandek, dan polyester dengan menggunakan kolom winogradsky adalah :

1. Kain akrilik dan polyester merupakan kain yang paling banyak mengalami biodegradasi.
2. Bakteri indigenus yang ditemukan dan berpotensi sebagai agen biodegradasi kain akrilik yaitu diperkirakan genus *Rhodococcus* sp. dan *Bacillus* sp. Bakteri indigenus yang ditemukan dan berpotensi sebagai agen biodegradasi kain polyester yaitu diperkirakan genus *Bacillus* sp. dan *Streptococcus* sp. Bakteri indigenus yang ditemukan dan berpotensi sebagai agen biodegradasi kain spandek yaitu diperkirakan genus *Bacillus* sp.

B. Saran

Saran yang perlu diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Perlu adanya aplikasi menggunakan isolat bakteri yang ditemukan serta menjaga pertumbuhan bakteri dengan dilakukan biostimulasi (penambahan nutrisi) secara berkala.
2. Perlu adanya analisis menggunakan mikroskop elektron untuk melihat perubahan morfologi kain sebelum dan setelah biodegradasi serta *Fourier transform infrared spectroscopy* untuk melihat perubahan struktur polimer sebelum dan sesudah biodegradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. 1992. *Dasar-dasar Mikrobiologi dan Parasitologi untuk Perawat*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Ainiyah, D. N. dan Shovitri, M. 2014. Bakteri Tanah Sampah Pendegradasi Plastik dalam Kolom Winogradsky. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(2) : 63-66.
- Alex, S. 2011. New perspectives in plastic biodegradation. *Curr Opin Biotechnol*, 22 (3) : 422-4266.
- Alvarez, M. H. 2010. *Biology of Rhodococcus*. Springer Science and Business Media, Argentina.
- Anslyn, E. V. dan Dougherty, D. A. 2006. *Modern in Physical Organic Chemistry*. University Science Book, Sausalito.
- Asano, Y., Fujishiro, K., Tani, Y. dan Yanade, H. 1982. Aliphatic Nitrile Hydratase from *Arthrobacter* sp. J-1. Purification and Characterization. *Agric. Biol Chem*, 46 : 1165-1174.
- Austin, B. dan Austin, D. A 1993. *Bacterial Fish Pathogens : Disease in Farmed and Wild Fish Second edition*. Taylor & Prancis, London.
- Ayna,C., Kolcuoğlu, Y., Öz, F., Colak, A., dan Ertunga, N. S. 2013. Purification and characterization of a pH and heat stable esterase from *Geobacillus* sp. T F17. *Turk J Biochem*, 38 (3) ; 329–336.
- Bangun, A. 1989. *Isolasi dan Identifikasi*. PAU Bioteknologi UGM, Yogyakarta.
- Barrow, G. I. dan Feltham, R.K.A. 2003. *Cowan and Steel's Manual for Identification of Medical Bacteria*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Baxter, J., Garton, N. J. dan Cummings, S. P. 2006. The Impact of Acrylonitrile and Bioaugmentation on The Biodegradation Activity and Bacterial Community Structure of a Topsoil. *Folia Microbiol*, 51 : 591-597.
- Black, J. G. 2002. *Microbiology*. John Wiley & Sons, New York.
- Blake, R.C. dan Howard, G.T. 1998. Microbial Degradation of Polyurethan. *Int. Biodeterior. Biodegrad*, 42: 63-73.
- Breed, R. S., Murray, E. G. D. dan Smith, N. R. 2001. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th Edition*. Waverly Press Inc, Baltimore USA.

- Buschle., Diller. G., Zeronian, S. H., Pan, N., dan Yoon, M. Y. 1994. Enzymatic Hydrolysis of Cotton, Linen, Ramie and Viscose Rayon Fabrics. *Textile Research Journal*, 64(5) : 270-27.
- Calabia, B. P. 2010. *Hydrolytic degradation of Poly (lactic acid)*. Dalam : *Poly(lactic acid) : Synthesis, structures, Properties, Processing, and Applications*). Wiley series, New Jersey.
- Cappuccino, J. G. dan Sherman, N. 2011. *Microbiology a Laboratory Manual 9th edition*. Pearson Benjamin Cummings, San Fransisco.
- Cauich-Rodríguez, J. V., Chan-Chan, L. H., Hernandez-Sánchez, F., dan Cervantes-Uc, J. M. 2013. *Degradation of Polyurethanes for Cardiovascular Applications*. <http://www.intechopen.com/books/advances-in-biomaterials-science-and-biomedical-applications/degradation-of-polyurethanes-for-cardiovascular-applications>. Diakses pada 13 oktober 2016.
- Chee, J. Y., Yoga S. S., Lau, N. S., Ling, S. C., Abed R. M. M, dan Sudesh K. L. 2010. Bacterially Produced Polyhydroxyalkanoate (PHA): Converting Renewable Resources into Bioplastics. *Appl Microbiol & Microbiol Biotech*, 1 (2) : 1395-1404.
- Chotimah, S. N. 2010. Pembuatan Biogas dari Limbah Makanan dengan Variasi dan Suhu Substrat dalam Biodigester Anaerob. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Cohen, A. C. dan Johnson, I. 2010. *J.j. Pizzuto's Fabric Science edisi ke-9*. Fairchild Books, New York.
- Cook, J. G. 2001. *Handbook of Textile Fibres : Man-Made Fibres*. Woodhead Publishing, New Delhi.
- D'Antona, N., Morrone, R., Gambera, G, dan Pedotti, S. 2016. Enantio recognition of planar "metallocenic" chirality by a nitrile hydratase/amidase bienzymatic system. *Org. Biomol. Chem*, 14 : 4393-4399.
- Daldan, E. V. 2014. *Wool and Biodegradability*. International Wool Textile Organisation, Brussels.
- Darwis, A.A. dan Sukara, E.1989. *Teknologi Mikrobial*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dewi, I. M. 2008. *Isolasi Bakteri dan Uji Aktifitas Kitinase Termofilik Kasar*. [documents/fs/0024.pdf](https://www.researchgate.net/publication/312121212). diakses pada 11 September 2015.
- Ebnesajjad, S. 2013. *Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics : Properties, Processing, and Application*. Elsevier, Oxford.

- Education Department. 1978. *Man-made Fiber Fact Book*. Man-made Fiber Producers Association Inc, Belgium.
- Emmert, E. A. B dan Handelsman, J. 1999. Biocontrol of plant disease : a (Gram-) positive perspective. *FEMS Microbiol Lett*, 171:1-9.
- Encyclopedia Britannica. 2014. *Polyethylene terephthalate (PET or PETE)*. <http://www.britannica.com/science/polyethylene-terephthalate>. Diakses pada 12 september 2015.
- Ernst, W. G. 2000. *Earth Systems: Processes and Issues*. Cambridge University Press, Madrid.
- Fadlilah, F. R. dan Shovitri, M. 2014. Potensi Isolat Bakteri Bacillus dalam Mendegradasi Plastik dengan Metode Kolom Winogradsky. *J. Teknik Pomits* 3 (2) : 40-43.
- Garbutt, J. 1997. *Essentials of Food Microbiology*. Arnold Pub, London.
- Grunwald, P. 2009. *Biocatalysis : Biochemical Fundamentals and Applications*. Imperial College, London.
- Gu, J. D., Ford, T. E., Mitton, D. B. dan Mitchell, R. 2000. *Microbial Corrosion of Metals*. Wiley Pub, New York.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek : Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardjowigeno, H. S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Harmita dan Radji, M. 2008. *Buku Ajar Analisis Hayati*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Hartanto, N. S. dan Watanabe, S. 2003. *Teknologi Tekstil*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Harti, A. S. 2015. *Mikrobiologi Kesehatan : Peran Mikrobiologi dalam Bidang Kesehatan*. Andi, Yogyakarta.
- Hatakeyama, H., Hirose, S., Hatakeyama, T., Nakamura, K., Kobashigawa, K., dan Morohoshi, N. 1995. Biodegradable polyurethanes from plant component. *Pure Applied Chemistry. Journal Applied Chemistry*, (4): 743-750.
- Hayano, S. dan Tanaka, A. 1973. Extracellular esterases of group A streptococci. *Infect. Immun*, 7:561-566.
- Isroi. 2008. *Kompos*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.

- Jendrossek, D. dan Handrick, R. 2002. Microbial Degradation of Polyhydroxyalkanoates. *Annu. Rev. Microbiol*, 56: 403-32.
- Jenie, B.S.L. dan Rahayu, W.P. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Jumaeri. 1997. *Pengetahuan Barang Tekstil*. Institut Teknologi Tekstil, Bandung.
- Jutono, J. S., Hartadi, S., Kabirun, S.S., Suhadi, D., Judoro, dan Soesanto. 1973. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum*. Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Kadolph, S. J., Langford, A.L., Hollen, N. dan Saddler, J. 1993. *Textiles edisi ke-7*. Macmillan Publishing Company, New York.
- Karmakar, S. R. 1999. *Chemical Technology in The Pre-Treatment Processes of Textiles*. Elsevier, New Delhi.
- Kathiresan, K. 2003. Polythene and Plastics Degrading Microbes from The Mangrove Soil. *Rev Biol Trop*, 513: 629-634.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2015. *Kain*. <http://kbbi.web.id/kain>. Diakses pada 26 April 2015.
- Klement, Z. K., Rudolph, D. C. dan Sand. 1990. *Methods in Phytobacteriology*. Academia Kiado, Budapest.
- Kosim, M. dan Putra, S. R. 2010. Pengaruh Suhu Pada Protease dari *Bacillus subtilis*. Dalam : *Prosiding Skripsi Semester Genap 2009-2010*. Jurusan Kimia FMIPA ITS Surabaya.
- Kotra, R. dan Gao, X. 2004. *Polyester Fibers*. <http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Polyester%20fiber.htm>. Diakses pada Agustus 2015.
- Krevelen, D. W. V. dan Nijenhuis, K, T. E. 2009. *Properties of Polymers : Their Correlation with Chemical Structure*. Elsevier, Amsterdam.
- Kurniali, P. C. dan Abikusno, N. 2007. *Healthy Food for Healthy People*. Gramedia, Jakarta.
- Kurniawan, A. dan Effendi, A. J. 2014. Biodegradasi Residu Total Petroleum Hidrokarbon di Bawah Konsentrasi 1% (W/W) Hasil Proses Bioremediasi. *J. Manusia dan Lingkungan*, 21(3) : 286-294.
- Lay, W. B. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Li, L., Frey, M. dan Browning, K. J. 2010. Biodegradability Study on Cotton and Polyester Fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabric*, 5(4) : 42-53.

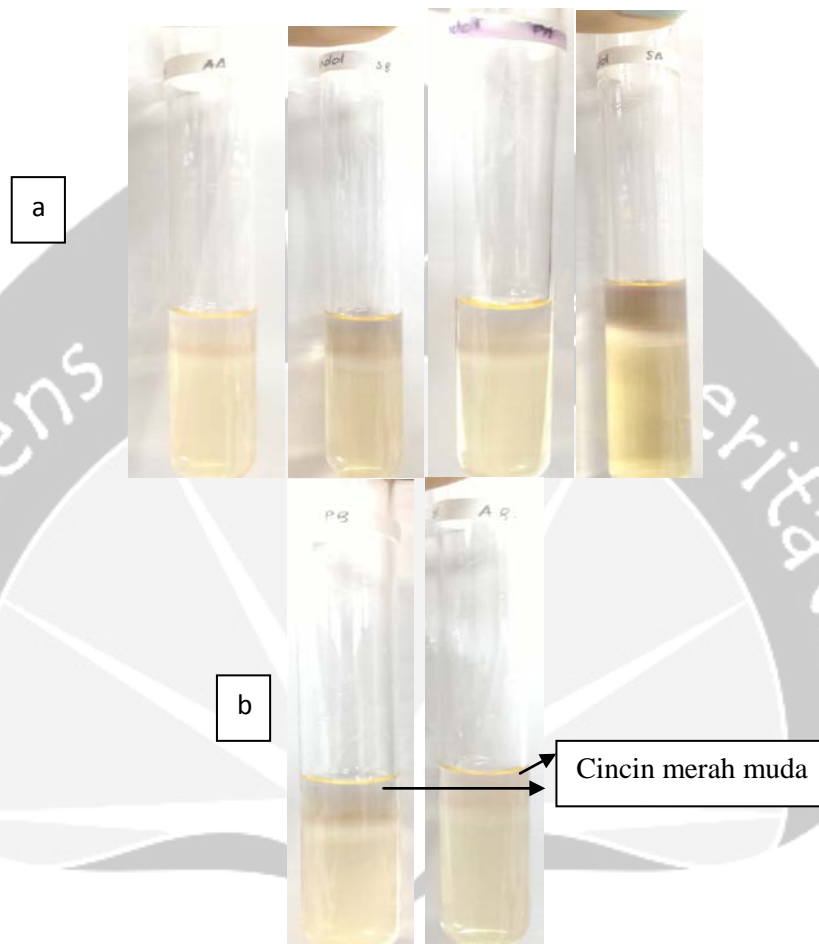
- Ma, R. J. dan Negahban, M. 1995a. Simulation of Mechanical Response During Polymer Crystallization Around Rigid Inclusions and Voids-homogeneous Crystallization. *Mech. Mater*, 21(1): 25–50.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M. dan Parker, J. Brock. 2000. *Biology of Microorganisms 9th Edition*. Prentice-Hall, New York.
- Maeda, T., Endo, F. dan Hotta. A. 2015. Highly Functionalized Polyethylene Terephthalate for Food Packaging. Dalam : Visakh, p. M. dan Liang, M.(eds). *Poly(Ethylene Terephthalate) Based Blends, Composites and Nanocomposites*. Elsevier, Oxford.
- Maestracci, M., Thiery, A., Arnaud, A. dan Galzy, P. 1986. Nitriles as Growth Substrates for *Brevibacterium* sp. *Zantrabl. Mikrobiol*, 141 : 575-582.
- Mahdiyah, D., Elpawati., dan Mukti, B. H. 2013. Isolation of Polyethylene Plastic Degrading-Bacteria. *Biosciences International*, 2(3): 29-32.
- Maier, R. M., Pepper, I. L. dan Gerba, C. P. 2000. *Environmental Microbiology*. Academic Press, London.
- Makhongela, H. S., Glowacka, A. E., Agarkar, V. B., Sewell, B. T., Weber, B., Cameron, R. A., Cowan, D. A. dan Burton, S. G. 2007. A novel thermostable nitrilase superfamily amidase from *Geobacillus pallidus* showing acyl transfer activity. *Appl Microbiol Biotechnol*, 75(4) : 801-11.
- Marlina, E. T. 2009. *Biokonversi Limbah Industri Peternakan*. UNPAD Pres, Bandung.
- Maytayani, G. D. dan Pandebesie, E. S. 2013. Pengaruh Penambahan Mikroorganisme Terhadap Kondisi Operasi Pemusnahan Sampah Plastik Biodegradable. *Jurnal Pomits*, 2(1) : 1-3.
- McIntyre, J. E. 2005. *Synthetic Fibres : Nylon, Polyester, Acrylic, Polyolefin*. Woohhead, New York.
- Muchtadi, D. dan Betty, S. K. 1980. *Petunjuk Praktek Mikrobiologi Hasil Pertanian 2*. Departemen Pendidikan Tinggi dan Kebudayaan, Jakarta.
- Musdalifah. 2013. Distribusi Dan Kelimpahan Bakteri *Enterococcus Spp.* Di Perairan Terumbu Karang Kepulauan Spermonde, Makassar. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Kelautan.Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Negahban, M. 1993. Simulation of Mechanical Response in Crystallizing Polymers-crystallization Under Constant Shearing Deformations. *Mech.Mater*, 16 (4): 379-399.

- New Jersey Department of Health and Senior Services. 2005. *Hazardous Substance Fact Sheet : Acrylonitrile*. <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/pages/Textiles/Polyester%20fiber.htm>. Diakses pada 29 April 2015.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. 1992. *OECD Guideline for the testing of chemical section 3 : Degradation and Accumulation*. OECD publisher, Washington DC.
- Owen, S., Masaoka, M., Kawamura, R., dan Sakota, N. 1995. *Biodegradation of Poly-D,L-Lactic Acid Polyurethanes*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Pattuju, S. M., Fatimawali dan Manampiring, A. 2014. Identifikasi Bakteri Resisten Merkuri pada Urine, Feses dan Kalkulus Gigi pada Individu di Kecamatan Malalayang, Manado, Sulawesi Utara. *Jurnal e-Biomedik*, 2(2) : 532-540.
- Paul, R. 2015. *Functional Finishes for Textiles : Improving Comfort, Performance and Protection*. Woodhead, Cambridge.
- Pelczar, M. J., dan Chan, E. C. S. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Erlangga, Jakarta.
- Pfafflin, J. R. dan Ziegler, E. N. 2006. *Encyclopedia of Environmental Science and Engineering*. CRC Press, Boca Raton.
- Polprasert, C. 1989. *Organik Waste Recycling*. John Wiley & Sons, New York.
- Powel. 2003. *Kejuruteraan dengan Polimer*. University Teknologi Malaysia, Johor Baharu.
- Premraj, R. dan Mukesh, D. 2005. Biodegradation of Polymers. *Indian Journal of Biotech*, 4 : 186-193.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., dan Klein, D. A. 2005. *Microbiology Edisi ke-6*. Mc. Graw Hill, Boston.
- Rohaeti, E. 2009. Karakterisasi Biodegradasi Polimer. Dalam : *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009.
- Rohaeti, E., Surdia, N. M., Radiman, C. L. dan Ratnaningsih, E. 2004. Pengaruh Dua Macam Perlakuan Mikroorganisme Terhadap Kemudahan Degradasi Poliuretan Hasil Sintesis dari Monomer Polietilen Glikol Berat Molekul 400 dengan Metilen-44'-difenildiisosiyanat. *Proc. ITB Sains dan Teknologi*, 36a (1) : 1-9.
- Rusnyk, A. R. dan Still, C. D. 2001. Lactose intolerance. *Journal AOA*, 101 : 10-12

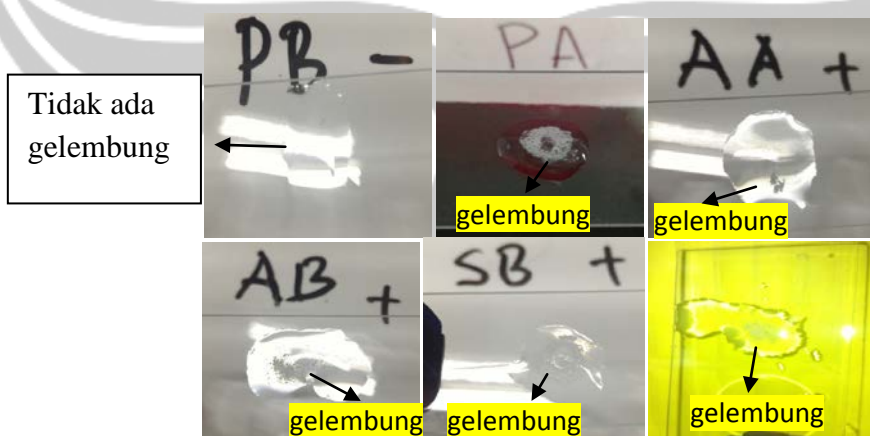
- Salisbury, F. B. dan Ross, C. W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid III*. ITB, Bandung.
- Samsul, H. 2005. Eksperimen Pengolahan Serat Nanas dan Katun Sebagai Elemen Hias. *Thesis S2*. Fakultas Sastra dan Seni Rupa Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Saraswati, R., Husen, E., dan Simanungkalit, R.D.M. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Bandung.
- Satyanarayana, T., Johri, B. N. dan Prakash, A. 2012. *Microorganisms in Environmental Management*. Springer, Bhopal.
- Sawada, H. 1994. Field Testing of Biodegradable Plastics. *Biodegradable Plastic and Polymer*, 2 : 298-312.
- Setyawan, A. D. 2002. Keragaman Varietas Jahe (*Zingiber officinale*). Berdasarkan Kandungan Kimia Minyak Atsiri. *BioSMART*, 4 (2) : 48-54.
- Sheldon, R., Arends, I. W. C. E., dan Hanefeld, U. 2007. *Green Chemistry and Catalysis*. Wiley-VCH, Weinheim.
- Singha, K. 2012. Analysis of Spandex/Cotton Elastomeric Properties: Spinning and Applications. *International Journal of Composite Materials*, 2(2): 11-16.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-6989.11. 2004. *Air dan air limbah - Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter*. http://klh.solokkota.go.id/file/1412111737_sni-06-6989.11-2004.pdf. Diakses pada 16 September 2015.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-6989.23. 2005. *Air dan Limbah-Bagian 23 : Cara Uji Suhu dengan Termometer*. <http://dokumen.tips/documents/sni-06-698923-2005-uji-suhu-dg-termometer.html>. Diakses pada 16 September 2015.
- Steven, M. P. 2001. *Polymer Chemistry*. PT Pradya Paramita, Jakarta.
- Sugondo, H. 1993. *Identifikasi karakteristik biota air pada berbagai tingkat pencemaran perairan Sungai Mangu Kabupaten Magelang*. Puslit Lingkungan Hidup Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sumardjo, B. 2006. *Pengantar Kimia : Buku Panduan Kuliah Mahaiswa Kedokteran dan Program Srata I Fakultas Bioetika*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

- Usha, R., Sangeetha, T., Palaniswamy, M. 2011. Screening of Polyethylene Degrading Microorganisms from Garbage Soil. *Libyan Agric Res Center J Internati*, 2 (4): 200-204.
- Waluyo, L. 2010. *Mikrobiologi Lingkungan*. UMM Press, Malang
- Warnock, M., Davis, K., Wolf, D. dan Gbur, E. 2009. Biodegradation of Three Cellulosic Fabrics in Soil. *AAES Research*, 582 : 208-211.
- Wasteson, Y dan Hornes, E. 2009. Pathogenic *Escherichia Coli* Found in Food. *International Journal Of Food Microbiology*, 12: 103-114.
- Wright, P. L. dan Adams, C. H. 1976. Toxicity of combustion products from burning polymers: development and evaluation of methods. *Environ Health Perspect*, 17: 75-83.
- Wulan, M. D. 2011. Degradasi in Vitro Mikrosfer Polipaduan Poliasam Laktat dan Polikaprolakton. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Wyatt, J. M. dan Knowless, C. 1995. Microbial degradation of acrylonitrile waste effluents: the degradation of effluents and condensates from the manufacture of acrylonitrile. *J. International Biodeterioration & Biodegradation*, 35 (1-3): 227-248.

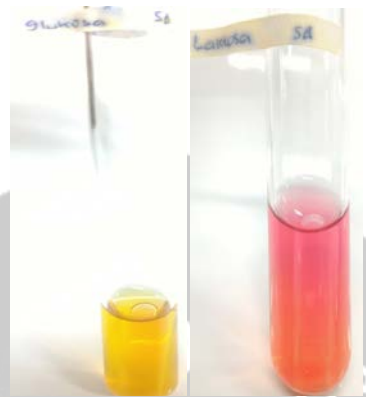
Lampiran 1. Berbagai Uji dalam Karakterisasi Isolat Bakteri



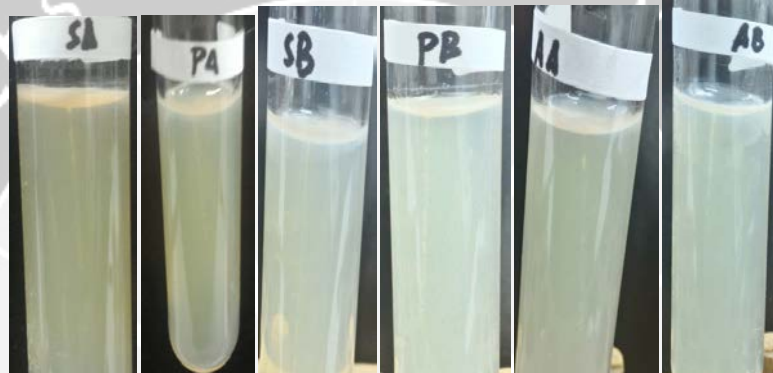
Gambar 20. Hasil negatif (a) dan positif Uji Indol (b) (Dokumentasi pribadi)



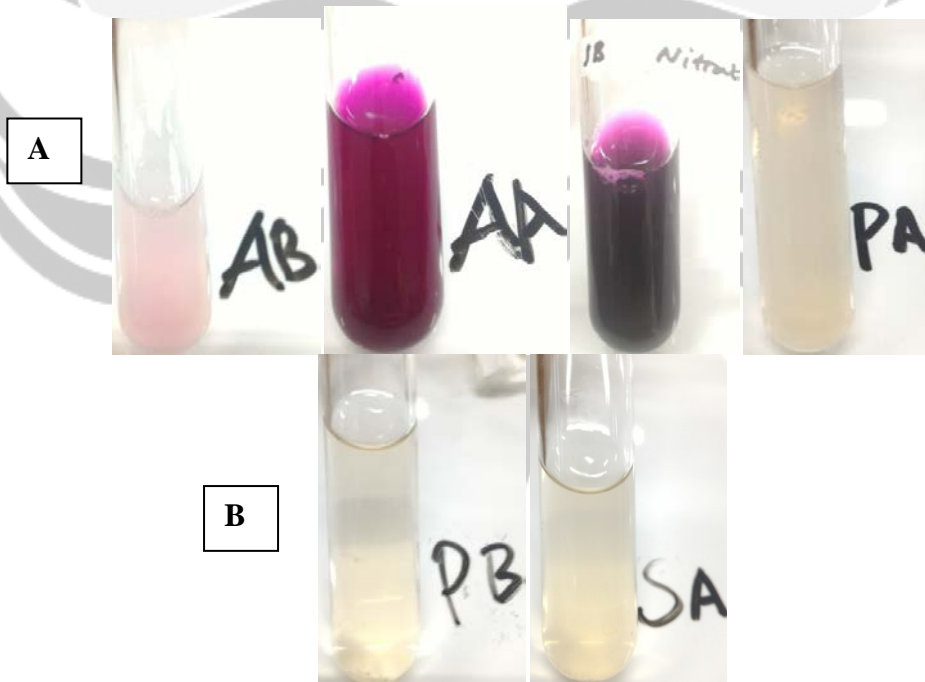
Gambar 21. Uji negatif dan positif katalase (Dokumentasi pribadi)



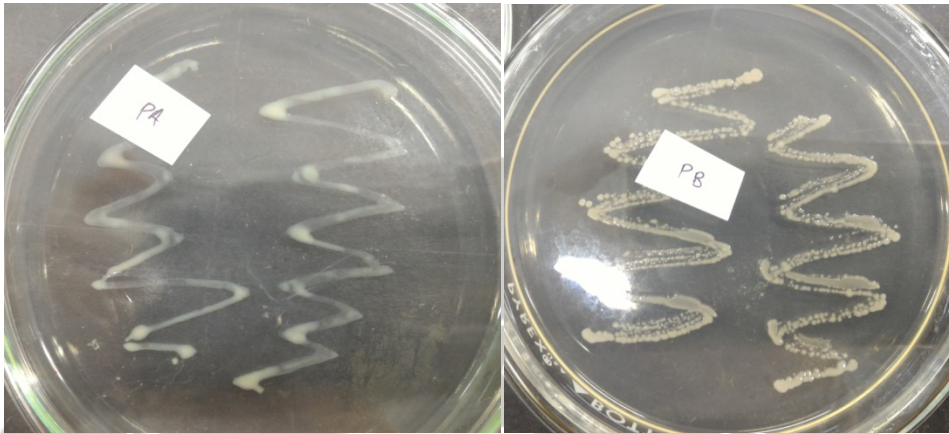
Gambar 22. Hasil Positif Uji Fermentasi Karbohidrat (Dokumentasi pribadi)



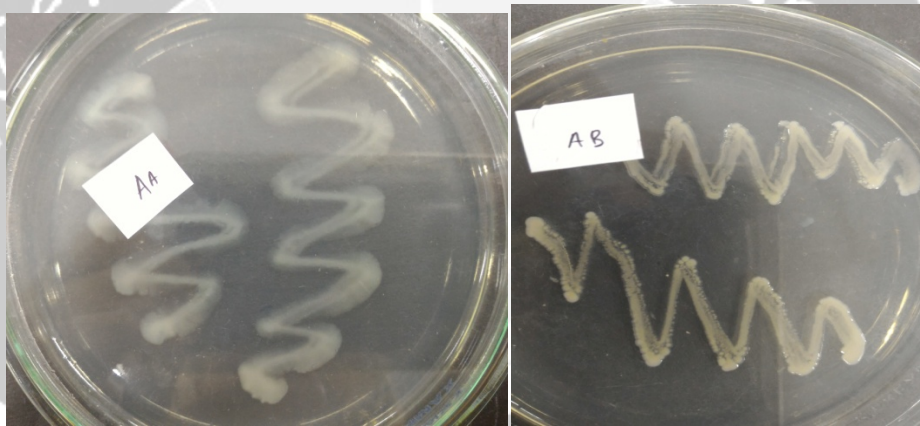
Gambar 23. Isolat bakteri SA, PA, SB, PB, AA, dan AB bersifat nonmotil (Dokumentasi pribadi)



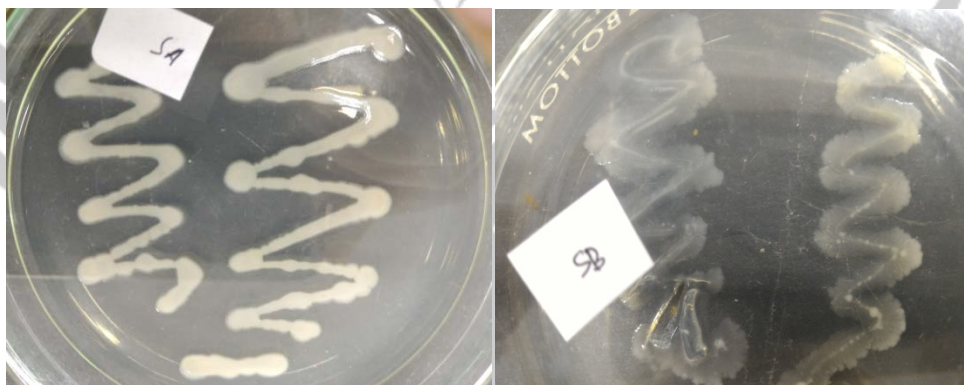
Gambar 24. Hasil positif uji reduksi nitrat (A) dan hasil negatif uji reduksi nitrat (B) (Dokumentasi pribadi)



Gambar 25. Isolat bakteri PA dan PB (Dokumentasi pribadi)

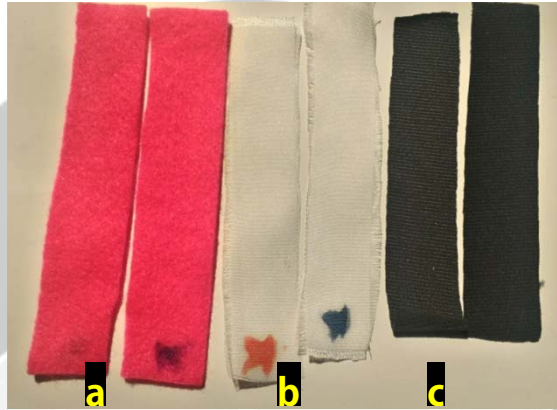


Gambar 26. Isolat bakteri AA dan AB (Dokumentasi pribadi)

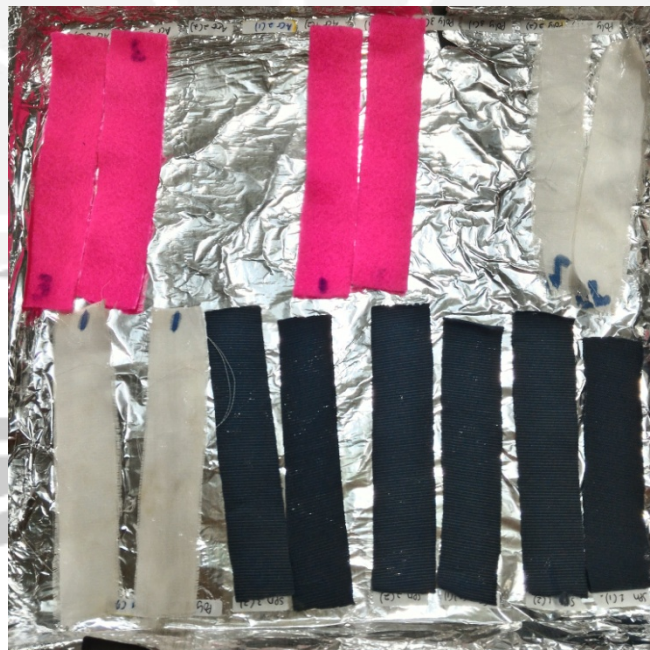


Gambar 27. Isolat bakteri SA dan SB (Dokumentasi pribadi)

Lampiran 2. Kain dan Kolom winogradsky



Gambar 28. Kondisi awal kain (a) akrilik, (b) polyester, dan (c) spandek sebelum dilakukan degradasi (Dokumentasi pribadi)



Gambar 29. Kondisi kain setelah 1 bulan inkubasi (Dokumentasi pribadi)



Gambar 30. Kondisi kain setelah 2 bulan inkubasi (Dokumentasi pribadi)



Gambar 31. Kondisi kain setelah 3 bulan inkubasi (Dokumentasi pribadi)



Gambar 32. Kondisi kain setelah 4 bulan inkubasi (Dokumentasi pribadi)



Gambar 33. Kolom winogradsky sampel akrilik (Dokumentasi pribadi)



Gambar 34. Kolom winogradsky sampel spandek (Dokumentasi pribadi)



Gambar 35. Kolom winogradsky sampel polyester (Dokumentasi pribadi)

Lampiran 3. Hasil Analisis Menggunakan Program SPSS 15.0

Tabel 8. Anava ketiga jenis kain

	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat tengah	F	Sg.
Between Groups	2558	15	170,6	17,462	.000
Within Groups	3126	32	.098		
Total	2874	47			

Tabel 9. Uji DMRT

Gabungan	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
kontrol-bulan 1	3	.0000					
kontrol-bulan 2	3	.0000					
kontrol-bulan 3	3	.0000					
kontrol-bulan 4	3	.0000					
spandekbulan 1	3	.0367	.0367				
spandekbulan 2	3	.0733	.0733				
polyester-bulan 1	3	.2100	.2100				
spandekbulan 3	3	.3867	.3867	.3867			
akrilik-bulan 1	3	.5533	.5533	.5533			
spandekbulan 4	3		.6167	.6167			
Akrilik-bulan 2	3			.9300	.9300		
polyester-bulan 2	3				1.1833	1.1833	
polyester-bulan 3	3					1.6467	1.6467
akrilik-bulan 3	3					1.6900	1.6900
polyester-bulan 4	3						1.8333
akrilik-bulan 4	3						2.0867
Sig.		.072	.052	.059	.328	.068	.124

Tabel 10. Anava Polyester

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sg.
Between Groups	4739	3	1580	7679	.010
Within Groups	1646	8	206		
Total	6385	11			

Tabel 11 . Hasil Uji Duncan Kelompok Polyester

perlakuan	N	Subset for alpha=.05	
		1	2
bulan1	3	.2100	
bulan2	3		1.1833
bulan3	3		1.6467
bulan4	3		1.8333
Sg		1.000	.131

Tabel 12 . Hasil Uji Duncan Kelompok Akrilik

perlakuan	N	Subset for alpha=.05	
		1	2
bulan1	3	.5533	
bulan2	3	.9300	
bulan3	3		1.6900
bulan4	3		2.0867
Sg		.262	.240

Tabel 13. Anava Akrilik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sg.
Between Groups	4338	3	1444	10011	.004
Within Groups	1170	8	.146		
Total	5508	11			

Tabel 14. Hasil Uji Duncan Kelompok Spandek

perlakuan	N	Subset for alpha=.05	
		1	2
bulan1	3	.0367	
bulan2	3	.0733	
bulan3	3	.3367	.3367
bulan4	3		.6167
Sg		.070	.190

Tabel 15. Anava Spandek

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.680	3	.227	5844	.021
Within Groups	.310	8	.039		
Total	.990	11			

Tabel 16. Anava Bulan ke-1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.575	3	.192	12.761	.002
Within Groups	.120	8	.015		
Total	.695	11			

Tabel 17. Hasil Uji Duncan Bulan Ke-1

perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
kontrol	3	.0000	
spandek	3	.0367	
polyester	3	.2100	
akrilik	3		.5533
Sig.		.079	1.000

Tabel 18. Anava Bulan ke-2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3226	3	1075	20213	.000
Within Groups	.426	8	.053		
Total	3651	11			

Tabel 19. Hasil Uji Duncan Bulan Ke-2

perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
kontrol	3	.0000	
spandek	3	.0733	
akrilik	3		.9300
polyester	3		1.1833
Sig.		.707	.215

Tabel 20. Anava Bulan ke- 3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8851	3	2950	18.208	.001
Within Groups	1296	8	.162		
Total	10147	11			

Tabel 21. Hasil Uji Duncan Bulan Ke-3

perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
kontrol	3	.0000	
spandek	3	.6167	
polyester	3		1.8333
akrilik	3		2.0867
Sig.		.097	.463

Tabel 22. Anava Bulan ke- 4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	239	3	.080	1.588	.271
Within Groups	.407	8	.051		
Total	.646	11			

Tabel 23. Hasil Uji Duncan Bulan Ke-4

kelompok	N	Subset
		1
kontrol	3	.0000
polyester	3	.1867
Spandek	3	.2300
akrilik	3	.3967
Sig.		.078

Tabel 24. Uji Antara Subjek

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21.959 ^a	6	3.660	22.213	.000
Intercept	23.716	1	23.716	143.942	.000
Kain	15.776	3	5.259	31.916	.000
Waktu	6.183	3	2.061	12.509	.000
Error	6.755	41	.165		
Total	52.431	48			
Corrected Total	28.714	47			

Tabel 25. Uji Duncan Waktu

Waktu	N	Sisa		
		1	2	3
bulan1	2	200		
bulan2	2		567	
bulan3	2			938
bulan4	2			1132
Sj		100	100	27

Tabel 26. Uji Duncan Kain

Duncan ^{ab}	Kain	N	Sisa	
			1	2
	Kord	2	.000	
	Santik	2	.152	
	Polyester	2		.483
	Anilk	2		.527
	Sj		.132	.561

Lampiran 4. Perhitungan Persentase Kehilangan Berat

Tabel 27. Berat Kain dari Waktu ke Waktu

Kain	Ulangan	Waktu Inkubasi				
		0	1	2	3	4
Polyester	1	0,1625	0,1625	0,1608	0,1594	0,1586
	2	0,1530	0,1527	0,1505	0,1501	0,1501
	3	0,1618	0,1611	0,1604	0,1600	0,1599
	Σ					
	$\bar{\Sigma}$	0,1591	0,1588	0,1572	0,1565	0,1562
Akrilik	1	0,3076	0,3055	0,3049	0,3038	0,3014
	2	0,3750	0,3732	0,3716	0,3661	0,3645
	3	0,3415	0,3398	0,3381	0,3366	0,3358
	Σ					
	$\bar{\Sigma}$	0,3414	0,3395	0,3382	0,3355	0,3339
Spandek	1	0,3673	0,3672	0,3677	0,3661	0,3657
	2	0,3666	0,3663	0,3655	0,3643	0,3633
	3	0,3513	0,3513	0,3512	0,3506	0,3495
	Σ					
	$\bar{\Sigma}$	0,3617	0,3616	0,3614	0,3603	0,3595
Kontrol	1	0,1663	0,1663	0,1663	0,1663	0,1663
	2	0,3834	0,3834	0,3834	0,3834	0,3834
	3	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784
	Σ	0,9281	0,9281	0,9281	0,9281	0,9281
	$\bar{\Sigma}$	0,3093	0,3093	0,3093	0,3093	0,3093

Persentase kehilangan berat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kehilangan Berat} = \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$$

Keterangan :

W_i = berat kering awal sebelum degradasi (gram)

W_f = berat kering setelah degradasi (gram)

1. Polyester

Bulan ke -1

$$\begin{aligned} 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\ &= \frac{0,1625 - 0,1625}{0,1625} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\ &= \frac{0,1530 - 0,1527}{0,1530} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,2 \% \\
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1618 - 0,1611}{0,1618} \times 100\% \\
 &= 0,43 \%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-2

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1625 - 0,1608}{0,1625} \times 100\% \\
 &= 1,05 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1530 - 0,1505}{0,1530} \times 100\% \\
 &= 1,64 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1611 - 0,1604}{0,1611} \times 100\% \\
 &= 0,86 \%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-3

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1625 - 0,1594}{0,1625} \times 100\% \\
 &= 1,92\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1530 - 0,1501}{0,1530} \times 100\% \\
 &= 1,91\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1618 - 0,1600}{0,1618} \times 100\% \\
 &= 1,11 \%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-4

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1625 - 0,1586}{0,1625} \times 100\% \\
 &= 2,42 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1530 - 0,1501}{0,1530} \times 100\% \\
 &= 1,91 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1618 - 0,1599}{0,1618} \times 100\% \\
 &= 1,17\%
 \end{aligned}$$

2. Akrilik

Bulan ke-1

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3076 - 0,3055}{0,3076} \times 100\% \\
 &= 0,68\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3750 - 0,3732}{0,3750} \times 100\% \\
 &= 0,48\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3415 - 0,3398}{0,3415} \times 100\% \\
 &= 0,50\%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-2

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3076 - 0,3049}{0,3076} \times 100\% \\
 &= 0,88\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3750 - 0,3716}{0,3750} \times 100\% \\
 &= 0,91\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3415 - 0,3381}{0,3415} \times 100\% \\
 &= 1\%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-3

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3076 - 0,3038}{0,3076} \times 100\% \\
 &= 1,24\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3750 - 0,3661}{0,3750} \times 100\% \\
 &= 2,39\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3415 - 0,3366}{0,3415} \times 100\% \\
 &= 1,44\%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-4

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3076 - 0,3014}{0,3076} \times 100\% \\
 &= 2,03\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3750 - 0,3661}{0,3750} \times 100\% \\
 &= 2,55\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3415 - 0,3358}{0,3415} \times 100\% \\
 &= 1,68\%
 \end{aligned}$$

3. Spandek

Bulan ke-1

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3673 - 0,3672}{0,3673} \times 100\% \\
 &= 0,03\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3666 - 0,3663}{0,3666} \times 100\% \\
 &= 0,08\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3513 - 0,3513}{0,3513} \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-2

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3673 - 0,3677}{0,3673} \times 100\% \\
 &= -0,141\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3666 - 0,3655}{0,3666} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,3 \% \\
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3513 - 0,3512}{0,3513} \times 100\% \\
 &= 0,03 \%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-3

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3673 - 0,3661}{0,3673} \times 100\% \\
 &= 0,33\% \\
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3666 - 0,3643}{0,3666} \times 100\% \\
 &= 0,63 \% \\
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3513 - 0,3506}{0,3513} \times 100\% \\
 &= 0,2\%
 \end{aligned}$$

Bulan ke-4

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3673 - 0,3014}{0,3673} \times 100\% \\
 &= 0,44 \% \\
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3666 - 0,3633}{0,3666} \times 100\% \\
 &= 0,9 \% \\
 3) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3513 - 0,3495}{0,3513} \times 100\% \\
 &= 0,51 \%
 \end{aligned}$$

4. Kontrol

Bulan ke-1

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1663 - 0,1663}{0,1663} \times 100\% \\
 &= 0 \% \\
 2) \text{ Kehilangan Berat} &= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3834 - 0,3834}{0,3834} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 0\%$$

3) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,3784 - 0,3784}{0,3784} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

Bulan ke-2

1) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,1663 - 0,1663}{0,1663} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

2) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,3834 - 0,3834}{0,3834} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

3) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,3784 - 0,3784}{0,3784} \times 100\%$$

Bulan ke-3

1) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,1663 - 0,1663}{0,1663} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

2) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,3834 - 0,3834}{0,3834} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

3) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,3784 - 0,3784}{0,3784} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

Bulan ke-4

1) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,1663 - 0,1663}{0,1663} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

2) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$= \frac{0,3834 - 0,3834}{0,3834} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

3) Kehilangan Berat $= \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\%$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,3784 - 0,3784}{0,3784} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

