DAFTAR PUSTAKA

Ainun, M. dan Suyati, L., 2018, Bioelectricity of Various Carbon Sources on Series Circuit from Microbial Fuel Cell System using Lactobacillus plantarum, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **21**(2): 70-74.

Baba, S., Dagong, M.I., Ako, A., Sanusi, A., dan Muktiani, A., 2012, Produksi *Complete Feed* Berbahan Baku Lokal dan Murah melalui Aplikasi *Participatory Technology Development* guna Meningkatkan Produksi Dangke Susu di Kabupaten Enrekang, *Prosiding InSINas*, **0792:** 324-330.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Enrekang, 2018, *Enrekang dalam Angka 2017*, Enrekang.

Bintang, M., 2018, *Biokimia Teknik Penelitian Edisi Kedua*, Erlangga, Jakarta.

Bintsis, T., 2018, Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures: An Update in Their Metabolism and Genetics, *AIMS Microbiology*, **4**(4): 665-684.

Cao, Y., Mu, H., Liu, W., Zhang, R., Guo, J., Xian, M., dan Liu, H., 2019, Electricigens in The Anode of Microbial Fuel Cells: Pure Cultures Versus Mixed Communitiesm, *BMC*, **18**(39): 1-14.

Cheng, K.Y., 2009, *Bioelectrochemical Systems for Energy Recovery from Wastewater*, Mudorch University, Australia.

Chirag, S.K. dan Yagnik, B.N, 2013, Bioelectricity Production Using Microbial Fuel Cell, *Research Journal of Biotechnology*, **8**(3): 84-90.

Coelho, A.I., Berry, G.T., dan Gozalbo, M.E.R., 2015, Galactose, Metabolism and Health, *Current Opinion*, **18**(4): 422-427.

Das, D., 2018, *Microbial Fuel Cell A Bioelectrochemical System that Converts Waste to Watts*, Springer, India.

Deval, A. dan Dikshit, A.K., 2013, Construction, Working and Standardization of Microbial Fuel Cell, *Elsevier*, **5**: 59-63.

Dewi, I., Ambarsari, L., dan Maddu, A., Utilization of Ecoenzyme *Citrus reticulate* in A Microbial Fuel Cell as A New Potential of Renewable Energy, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **23**(2): 61-67.

Du, Z., Li, H. dan Gu, T., 2007, A State of The Art Review On Microbial Fuel Cells: A Promising Technology For Wastewater Treatment And Bioenergy, *technology Advances*, **25**: 464-482.

putro, D., 2015, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Djambatan, Jakarta.

17, Tachometer Laser, Pemakaian dan Perawatannya, *Metana*, **13**(1): 2.

Optimization Software:
www.balesio.com

Faridah, R., 2019, Kandungan Nutrisi Whey Hasil Sampingan dari Dangke, *Jurnal Ternak*, **10**(1): 18-20.

Fatma, Soeparno, Nurliyani, Hidayat, C., dan Taufik, M., 2012, Karakteristik *Whey* Limbah Dangke dan Potensinya Sebagai Produkminuman Dengan Menggunakan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, *AGRITECH*, **32**(4): 352-360.

Fetlawi, H.A.Z.A. dan Hadi, A.M., 2018, Enhanced Electirity Generetaion by Using Cheese *Whey* Wastewater in A single-chamber Membrane Less Microbial Fuel Cell, *Journal of University of Babylon, Engineering Science*, **3**(26): 138-145.

Gagiu, V., Israel-Roming, F., Belc, N., dan Dima, R., 2013, Inhibitory Activity of *Lactobacillus plantarum* Strains and Calcium Propionate on Spoilage Fungi, *Romanian Biotechnology Letters*, 18(**2**): 8214-8220.

Ghoreyshi, A.A., Jafary, T., Najafpour, G.D., dan Haghparast, F., 2011, Effect of Type and Concentration of Substrate on Power Generation in A Dual Chambered Microbial Fuel Cell, *World Renewable Energy Congress*.

Grimnes, S., 2008, *Bioimpedance and Bioelectricity Basics Second Edition*, Elsevier, UK.

Grimnes, S., 2015, *Bioimpedance and Bioelectricity Basics Third Edition*, Elsevier, UK.

Grobkopf, T. dan Soyer, O.S., 2016, Microbial Diversity Arising from Thermodynamic Constraints, *The ISME Journal*, **10**, 2725-2733.

Gupta, R., Jeevaratnam, K. dan Fatima, A., 2018, Lactic Acid Bacteria: Probiotic Characteristic, Selection Criteria, and its Role in Human Health (*A Review*), *JETIR*, **5**(10): 411-424.

Gupta, S., 2017, https://www.indiatimes.com/health/tips-tricks/11-amazing-uses-for-the-leftover-*whey*-that-is-leftover-when-you-make-paneer-249142.ht ml, diakses 5 September 2019.

Hamed, M.S., Majdi, H. S. dan Hasan, B.O., 2020, Effect of Electrode Material and Hydrodynamics on The Produced Current in Double Chamber Microbial Fuel Cells, *ACS OMEGA*, **5**(18): 10339-10348.

Hasan, A.E.Z., Artika, I.M., dan Abidin S., Produksi Asam Laktat dan Pola Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat dengan Pemberian Dosis Rendah Propolis *Trigona* spp asal Pandeglang Indonesia, *Current Biochemistry*, **1**(3): 126-135.

Holzapfel, W.H. dan Wood, B.J.B., 2014, *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*, Wiley-Blackwell, USA.

[illegible] B., Suptijah, P., dan Adjani, Z.N., 2017, Kinerja Microbial Fuel Cell [illegible]ghasil Biolistrik dengan Perbedaan Jenis Elektroda pada Limbah Cair [illegible]ustri Perikanan, *JPHPI*, **20**(2): 296-304.

Optimization Software:
www.balesio.com

Ibrahim, B., Uju, Mukti, A.C., 2019, Densitas Biofilm pada Elektroda Berpengaruh Positif terhadap Produksi Biolistrik *Microbial Fuel Cell* Limbah Cair Perikanan, *JPHPI*, **22**(1): 71-79.

Ifmaily, 2018, Penetapan Kadar Pati pada Buah Mangga Muda (*Mangifera indica* L) Menggunakan Metode Luff Schoorl, *Jurnal Katalisator*, (3), **2**: 106-113.

Inayati, N.S., Aminin, A.L.N., dan Suyati, L., 2015, The Bioelectricity of Tofu *Whey* in Microbial Fuel Cell System with *Lactobacillus bulgaricus*, *Jurnal Sains dan Matematika*, **23**(1): 32-28.

Ismawati, N., Aminin, A.L.N. dan Suyati, L., 2015, *Whey* Tahu sebagai Penghasil Bioelektrisitas pada Sistem Microbial Fuel Cell dengan *Lactobacillus plantarum*, *Jurnal Sains dan Matematika*, **23**(2): 43-49.

Jeong, Y., 2014, *Introduction to Bioelectricity*, Korean Advanced Institute of Science Technology, Republic of Korea.

Kalia, V.C. dan Kumar, P., 2017, *Microbial Fuel Cell Vol. 1 Bioremediation and Bioenergy*, Springer, India.

Katoch, R., 2011, *Carbohydrate Estimations. In: Analytical Techniques in Biochemistry and Molecular Biology*, Springer, New York, NY.

Katuri, K.P., Scott, K., Head, I.M., Picioreanu, C., dan Curtis, T.P., 2011, Microbial Fuel Cells Meet with External Resistence, *Bioresource Technology*, **102**: 2758-2766.

Kundu, P.P. dan Dutta, K., 2018, *Progress and Recent Trends in Microbial Fuel Cells*, Susan Dennis, India.

Kusuma, R.A., Suyati, L., Rahmanto, W.H., 2018, Effect of Lactose Concentration as Lactobacillus bulgaricus Substrate on Potential Cells Produced in Microbial Fuel Cell Systems, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **21**(3): 144.

Leonello, R., Savio, M., Toaldo, P.B., dan Bonomi, R., 2018, New Procedure to Readily Investigate Lactase Enzymatic Activity Using Fehling's Reagent, *Journal of Chemical Education*, **95**(7): 1238-1242.

Logan, B.E., 2008, *Microbial Fuel Cell*, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.

Logan, B.E., Hamerles, B., Rozendal, R., Schrodnger, U., Keller, J., Freguia, S., Aeltermean, P., Verstraete, W., dan Rabaey, A.K., 2006, Microbial Fuel Cells: Methodology and Technology, *Environmental Science and hnology*, **40**(17): 5181-5192.

n, F., Ratmawati, Fahrullah, dan Taufik, M., 2018, Karakteristik *Edible m* Berbahan *Whey* Dangke dengan Penambahan Karagenan, *Jurnal eriner*, **19**(2): 291-297.

Optimization Software:
www.balesio.com

Mathuriya, A.S. dan Sharma, V.N., 2010, Bioelectricity Production from Various Wastewaters through Microbial Fuel Cell Tecnology, *J. Biochem Tech*, **2**(1): 133-137.

Medveď ová, A., Šipošová, P., Manˇcušková, T., dan Valík, L., 2018, The Effect of Salt and Temperature on The Growth of Fresco Culture, *MDPI*, **5**(2): 1-10.

Muralidharan, A., Babu, O.A., Nirmalraman, K, Ramya, M., 2011, Impact of Salt Concentration on Electricity Production in Microbial Hydrogen Based Salt Bridge Fuel Cell, *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*, **1**(2), 178-184.

Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., dan Rodwell, V.W., 2003, Harper's Illustrated Biochemistry, Edisi 26, *McGraw-Hill Companies*, US.

Murti, B., 2010, *Desain dan Ukuran Sampel untuk Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif di Bidang Kesehatan Edisi ke-2*, UGM Press, Yogyakarta.

Nealson, K.H., 2017, *Microbial Biotechnology*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

Novitasari, D., 2011, Optimasi Kinerja *Microbial Fuel Cell* (MFC) untuk Produksi Energi Listrik Menggunakan Bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, *skripsi tidak diterbitkan*.

Nurhaedah, Arman, dan Irmayani, 2019, Diverifikasi Produk Dangke untuk Meningkatkan Kesejahteraan Peternak Sapi di Kabupaten Enrekang, *Societa*, (**8**), 58-64.

Nurjannah, L., Suryani, Achmadi, S. S., dan, Azhari, A., 2017, Produksi Asam Laktat oleh *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* dengan Sumber Karbon Tetes Tebu, *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, **9**(1): 1-9.

Pandit, S., Chandrasekhar, K., Kakarla, R., Kadier, A., dan Jeevitha, V., 2017, *Microbial Applications Vol. 1 Bioremediation and Bioenergy*, Springer, Switzerland.

Permana, D., Rosdianti, D., Ishmayana, S., Rachman, S.D., Putra, H.E., Rahayuningwulan, D., Hariyadi, H. R., 2015, Preliminary Investigation of Electricity Production Using Dual Chamber Microbial Fuel Cell (DCMFC) with *Saccharomyces cereviciae* as Biocatalyst and Methylene Blue as an ectron Mediator, *Procedia Cehemistry*, **17**: 36-43.

, Y.B., Harmayani, E., dan Utami, T., 2003, Kinetika Pertumbuhan *tobacillus plantarum* dan *Lactbacillus sp*. pada Media MRS Cair, *Jurnal. nol. Dan Industri Pangan*, **14**(1): 46-50.

Optimization Software:
www.balesio.com

Pulungan, M.H., Kamilia, M. M., dan Dewi, I. A., 2020, Optimasi Konsentrasi Enzim Papain dan Suhu Pemanasan pada Pembuatan Dangke dengan *Response Surface Methode* (RSM), *Jurnal Teknologi Pertanian*, **21**(1): 57-68.

Putra, A., Nuryanto, R. dan Suyati L., 2014, Lactose Bioelectricity on A Microbial Fuel Cell System Parallel Circuit using *Lactobacillus bulgaricus*, *Jurnal Sain dan Matematika*, **22**(4): 107-111.

Putra, H.E., Permana, D., Putra, A.S., Djaenudin, dan Haryadi, H.R, 2014, Pemanfaatan Sistem Microbial Fuel Cell dalam Menghasilkan Listrik Pada Pengolahan Air Limbah Industri Pangan, *Journal Chemical Technology Biotechnology*, **2**(1): 3-12.

Rahman, S., 2014, Studi Pengembangan Dangke sebagai Pangan Lokal Unggulan dari Susu di Kabupaten Enrekang, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, **3**(2): 41-45.

Rahmawati, A., skripsi, 2010, Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Kadar Laktosa dan Keasaman *Whey* yang Difermentasi dengan *Bifidobacterium bifidum* pada Lama Inkubasi yang Berbeda, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang, *skripsi tidak diterbitkan*.

Ray, B. dan Bhunia, A.K., 2014, *Fundamental of Food Microbiology Fifth Edition*, CRS Press, New York.

Reyes, A.C., Erbay, C., Bautista, S.C., Han, A., Sinencio, E.S., 2018, A Time-Interleave-Based Power Management System with Maximum Power Ectraction and Health Protection Algorithm for Multiple Microbial Fuel Cells for Internet of Things Smart Nodes, *MDPI*, **8**: 2-16.

Rukmi, D.L., Legowo, A.M., dan Dwiloka, B., 2015, Total Bakteri Asam Laktat, pH, dan Kadar Laktosa Yoghurt dengan Penambahan Tepung Jewawut, *Agromedia*, **33**(2): 46-54.

Safitri, N., Sunarti, T, C., dan Meryandini, A., 2016, Formula Media Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat *Pediococcus pentosaceus* Menggunakan Substrat Whey Tahu, *Jurnal Sumberdaya Hayati*, **2**(2): 31-38.

Sari, D., Suyati, L., dan Widodo, D.S., 2016, Produksi Listrik dalam Sistem *Microbial Fuel Cell* (MFC) dengan *Lactobacillus bulgaricus* pada *Whey* Tahu, *Jurnal Kimia Sain dan Aplikasi*, **19**(3): 107-110.

Sharma, R., Mann, B., Lal, D., Rajput, Y.S., dan Lata, K., 2013, *Laboratory Manual* [illegible] *Milk Carbohydrates, Minerals and Water-soluble Vitamin*, Deemed [illegible]niversity, India.

[illegible]e, A.M., 2016, Lactose, *The Encyclopedia of Food and Health*, [illegible]509-516.

Optimization Software:
www.balesio.com

Shin, E., Oh, J.H., Lee, J.H., dan Lee, Y.J., 2016, Deproteinization with $ZnSO_4$–$Ba(OH)_2$ Reduces the Photodegradation of Montelukast during Plasma Sample Preparation for HPLC Analysis, *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, **39**(11): 520-525.

Smetankova, J., Hladikova, Z., Valach, F., Zimanova, M., Kohajdova, Z., Greif, G., dan Greifova, M., 2012, Influence of Aerobic and Anaerobic Conditions on The Growth and Metabolism of Selected Strains of *Lactobacillus plantarum*, *Acta Chimica Slovaca*, **5**(2): 204-210.

Suhendro, I., skripsi, 2017, Pemanfaatan *Whey* Keju dan *Whey* Dangke sebagai Minuman Fermentasi dengan Starter *Lactobacillus Plantarum* IIA-1A5, Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, *skripsi tidak diterbitkan*.

Sulmiyati dan Malaka, R., 2017, Karakterisasi Fisik dan Kimia Air Dadih (*Whey*) Dangke dengan Level Enzim Papapin yang Berbeda, *JITP*, **5**(2): 104-105.

Timson, D.J., 2007, Galactose Metabolism in *Saccharomices cerevisiae*, *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*, **1**(1): 63-73.

Turner, T.L., Kim, E., Hwang, C.H., Zhang, G.C., Liu, J.J., Jin, Y.S., 2017, *Short Communication*: Conversion of Lactose and *Whey* into Lactic Acid by Engineered Yeast, *J. Dairy Sci*, **100**(1): 124-128.

Utama, C, S., Zuprizal, Hanim, C., dan Wihandoyo, Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Selulolitik yang Berasal dari Jus Kubis Terfermentasi, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* , **7**(1), 1-6.

Vega, C.A dan Fernández, I., 1987, Mediating effect of ferric chelate compounds in microbial fuel cells with *Lactobacillus plantarum, Streptococcus lactis*, and *Erwinia dissolvens*, *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, **17**(2): 217-222.

Wakil, S.M. dan Ajayi, O.O., 2013, Production of Lactic Acid from Starchy-Based Food Substrates, *J. Appl. Biosci*, **71**: 5673-5681.

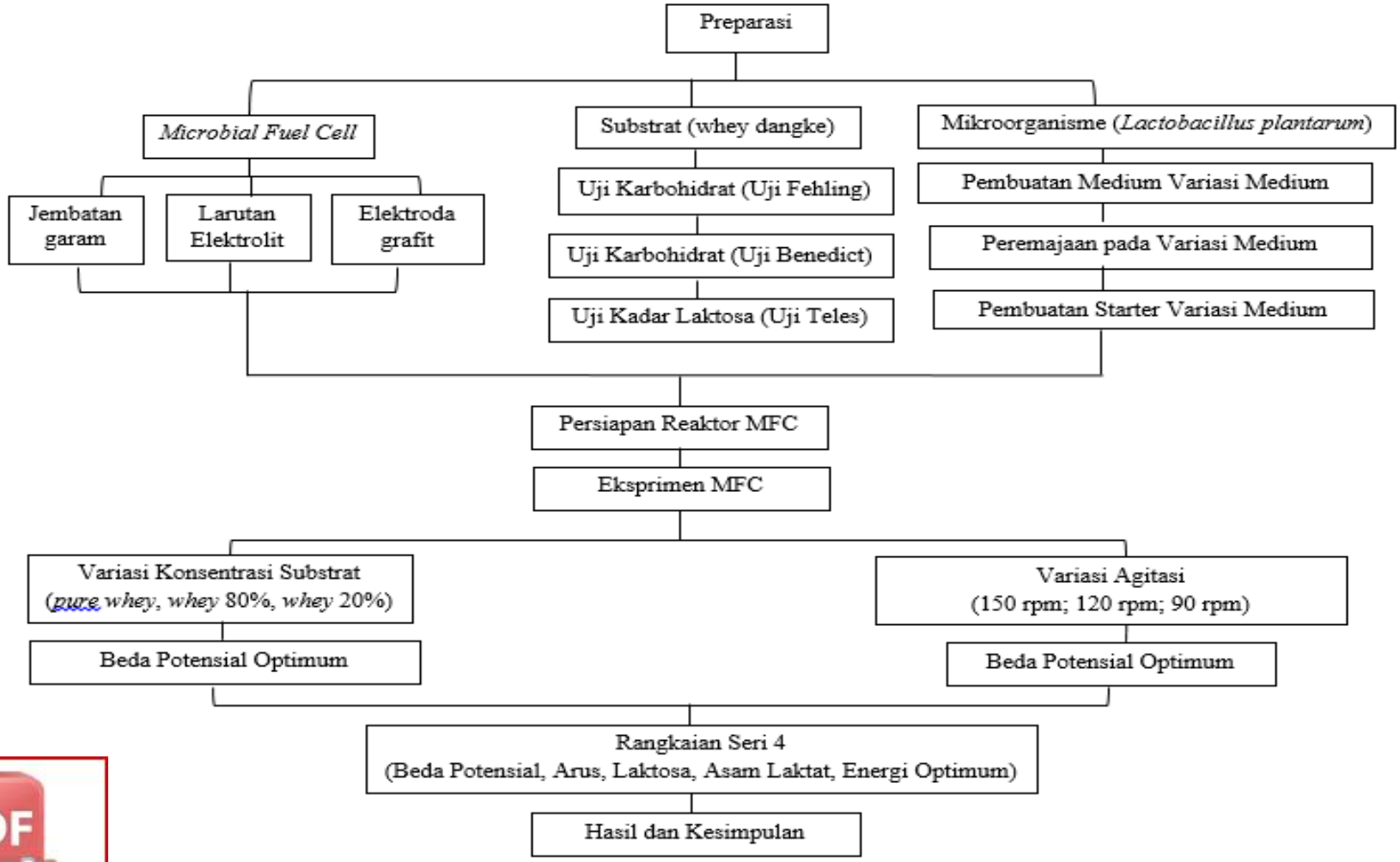
Wakil, S.M., Ajayi, dan Omolara, O., 2013, Production of Lactic Acid from Starchy-Based Food Substrates, *Journal of Applied Biosciences*, **73**: 5673-5681.

Wulandari, T.O., skripsi, 2018, Korelasi Campuran Starter *Lactobacillus plantarum* dengan *Streptococcus thermophillus* terhadap Karakteristik Minuman Sinbiotik Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Kuning, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung, *skripsi tidak diterbitkan*.

Zulfikar, T., skripsi, 2018, Efesiensi Pemasaran Dangke di Kecamatan Cendana Kabupaten Enrekang, Jurusan Ilmu Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, *skripsi tidak diterbitkan*.

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian



Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 2. Pembuatan Reagen

1. Pembuatan Reagen Fehling

Padatan $CuSO_4.5H_2O$

- ditimbang sebanyak 69,28 g
- Dilarutkan dalam 1 L akuades
- Diaduk hingga homogen

Padatan K-Na-Tartrat

- Ditimbang sebanyak 352 g
- Ditambahkan 154 g NaOH
- Dilarutkan dalam 1 L akuades

- Diambil masing-masing 5 mL
- Dicampur dalam gelas kimia 25 mL
- Diaduk hingga homogen

Reagen Fehling

2. Pembuatan Regaen Benedict

Natrium Sitrat

- Ditibmang sebanyak 173 g ke dalam gelas kimia 250 mL
- Ditambahkan 100 g natrium karbonat
- Dilarutkan dalam 800 mL akuades
- Dipanaskan menggunakan *hotpate*

Kristal $CuSO_4$

- Ditimbang sebanyak 17,3 g
- Dilarutkan dengan 100 mL akuades

- Ditambahkan larutan $CuSO_4$ secara perlahan-lahan ke dalam larutan sitrat-karbonat
- Diaduk hingga homogen

Reagen Benedict

\

Optimization Software:
www.balesio.com

3. Pembuatan Reagen Teles

Fenol 1 %

- Dicampur dengan NaOH 5 %, asam pikrat 1 %, dan sodium bisulfit dengan perbandingan (1 : 2 : 2 : 1)
- Diaduk hingga homogen

Reagen Teles

4. Pembuatan 1 L Larutan $KMnO_4$ 0,1 M

15,8034 g Padatan $KMnO_4$

- Dimasukkan ke dalam gelas kimia 1 L
- Ditambahkan akuades hingga 1 L
- Diaduk hingga homogen

$KMnO_4$ 0,1 M

5. Pembuatan 500 mL Larutan NaOH 0,1 N

2 g NaOH

- Dimasukkan ke dalam gelas kimia 500 mL
- Ditambahkan akuades hingga 500 mL
- Diaduk hingga homogen

NaOH 0,1 N

Optimization Software:
www.balesio.com

6. Pembuatan 1 L Larutan KCl 1 M

74,5 g KCl

- Dimasukkan ke dalam gelas kimia 1 L
- Ditambahkan akuades hingga 1 L
- Diaduk hingga homogen

KCl 1 M

7. Pembuatan 500 mL Larutan Buffer Fosfat 0,2 M pH 7

$NaH_2PO_4.H_2O$ 0,2 M

- Dipipet sebanyak 195 mL ke dalam gelas kimia 100 mL
- Ditambahkan 305 mL Na_2HPO_4 0,2 M
- Diaduk hingga homogen

Buffer Fosfat pH 7

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 3. Pembuatan dan Preparasi Rangkaian MFCs

1. **Pembuatan Jembatan Garam**

5 g Agar

- Dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL
- Ditambahkan 250 mL KCl 1 M hingga jenuh
- Dipanaskan menggunakan *hotplate*
- Diaduk hingga homogen
- Dimasukkan ke dalam pipa U
- Didiamkan hingga memadat

Agar 5 %

2. **Preparasi Larutan Elektrolit**

80 mL $KMnO_4$

- Dimasukkan ke dalam *chamber* Katoda
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat pH 7
- Ditutup menggunakan *aluminium foil* agar tidak terkena cahaya matahari

Larutan Elektrolit

3. **Preparasi Elektroda Grafit dan Tembaga**

Elektroda

- Dipotong dengan luas permukaan 6,14 cm^2
- Direndam dalam larutan NaOH 0,1 M dan HCl 0,1 M masing-masing selama 24 jam
- Dibilas dengan akuades

ktroda grafit dan tembaga

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 4. Uji Kualitatif Laktosa dalam *Whey* Dangke

1. Uji Kualitatif Laktosa Dangke Menggunakan Uji Fehling

8 tetes sampel

- Dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- Ditambahkan 5 mL reagen Fehling
- Dididihkan di dalam penangas air
- Diamati perubahan yang terjadi

Hasil

2. Uji Kualitatif Laktosa Menggunakan Uji Benedict

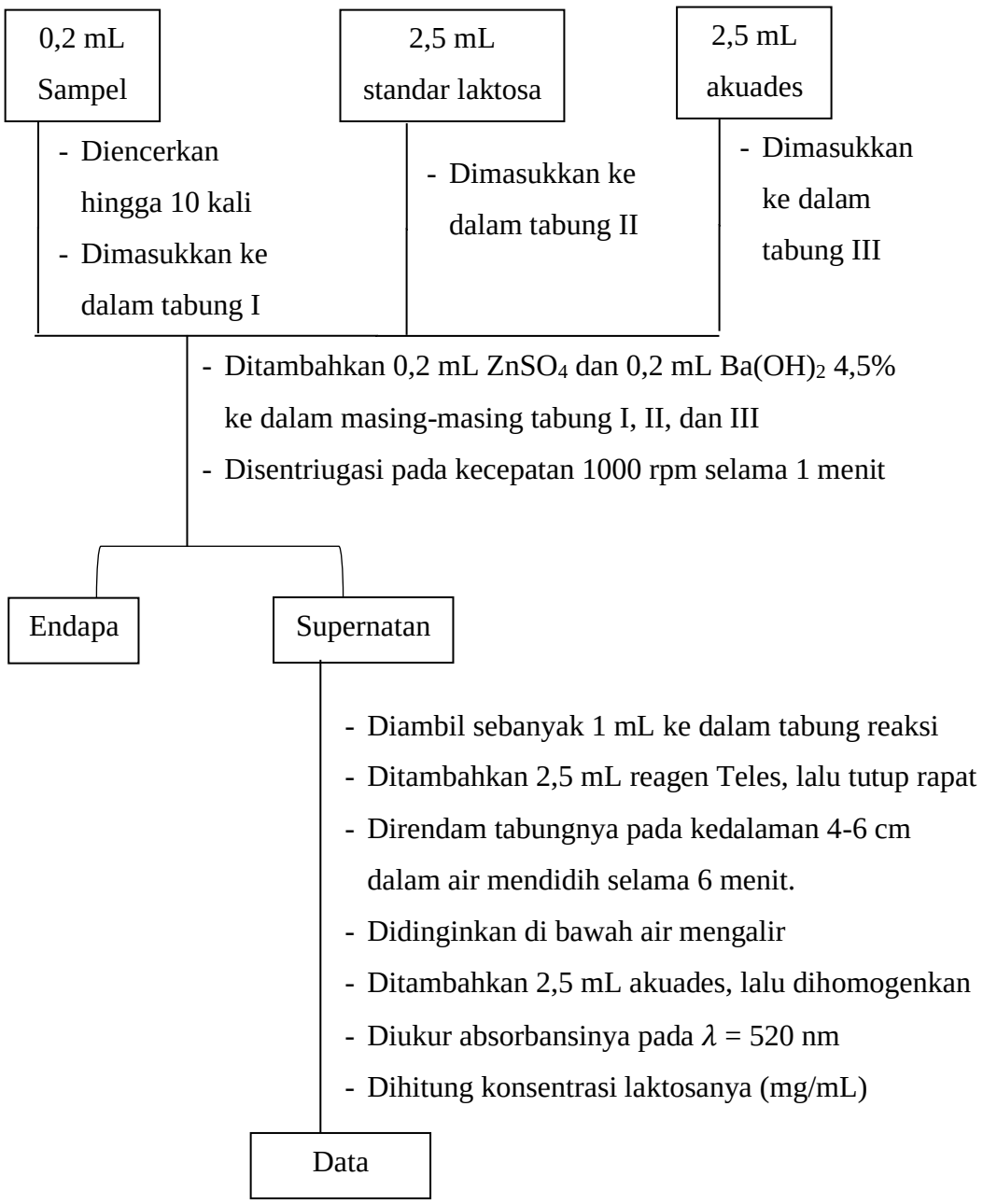
8 tetes sampel

- Dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 5 mL reagen benedict
- Dipanaskan dalam penangas air selama 5 menit
- Diamati perubahan yang terjadi

Hasil

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 5. Uji Kuantitatif Laktosa dalam *Whey* Dangke Menggunakan Uji Teles



Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 6. Pembuatan Media Tumbuh Bakteri

1. Pembuatan Medium Tumbuh Bakteri

5,2 g MRS

- Dicampur dengan 1,5 g *bacto agar* lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL
- Ditambahkan akuades hingga 100 mL
- Diambil sebanyak 5 mL dan dituang ke dalam tabung reaksi dan disumbat dengan kapas
- Disterilisasi dengan menggunakan autoklaf suhu 121 ^{0}C selama 15 menit
- Disimpan pada cetakan papan miring hingga memadat

Media MRS

Note: Pembuatan media tumbuh lainnya mengikuti komposisi tabel 6.

2. Peremajaan Bakteri pada Media MRS/ *Whey* 100%/*Whey* 80%/ *Whey* 20%

1 ose Kultur Bakteri

- Digores pada media agar MRS/ *Whey* 100%/*Whey* 80%/ *Whey* 20%
- Diinkubasi pada suhu 37 ^{0}C selama dua hari

Kulur bakteri baru

3. Pembuatan Media *Starter* Berdasarkan Masing-masing Komposisi Media

15 mL media cair

- Dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL
- Disumbat dengan kapas, disterilisasi suhu 121 C selama 15 menit
- Ditambahkan satu ose bakteri *L. plantarum*
- Diinkubasi pada suhu ruang dan agitasi 130 rpm selama 1 hari

edia *Whey* Dangke

Optimization Software:
www.balesio.com

4. Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri *L. plantarum*

10 mL Media Starter

- Diinokulasi ke dalam 100 mL media produksi
- Diinkubasi pada suhu 37 ^{0}C dan agitasi 130 rpm selama 48 jam
- Diukur OD bakteri setiap 7 jam sekali

Kurva Pertumbuhan

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 7. Pengukuran Kadar Asam Laktat

1 mL sampel

- Diimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL
- Ditambahkan akuades hingga tanda batas, lalu dihomogenkan
- Diambil sebanyak 5 mL ke dalam erelenmeyer 50 mL
- Ditambahkan 3 tetes indikator PP
- Ditirasi dengan NaOH 0,1 N hingga berubah menjadi merah muda
- Dicatat volume NaOH yang digunakan
- Dihitung asam laktat menggunakan persamaan yang telah ditentukan

Kurva Pertumbuhan

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 8. Pengukuran Beda Potensial Standar MFCs

Chamber Anoda

- Diisi dengan 80 mL akuabides
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7
- Dimasukkan elektroda tembaga
- Dihubungkan dengan kabel

Chamber Katoda

- Diisi dengan 80 mL $KMnO_4$ 0,1 M
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7
- Dimasukkan elektroda grafit
- Dihubungkan dengan kabel

- Dihubungkan kedua kabel kompartemen anoda dan katoda dengan multimeter digital
- Dicatat beda potensialnya

Beda Potensial

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 9. Pengukuran Beda Potensial terhadap Variasi Konsentrasi Substrat *Whey* Dangke

Chamber Anoda

- Diisi dengan 70 mL *whey* dangke variasi konsentrasi *whey* 100%, *whey* 80%, dan *whey* 20%
- Ditambahkan 10 mL starter *L. plantarum*
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7
- Dimasukkan elektroda tembaga
- Dihubungkan dengan kabel

Chamber Katoda

- Diisi dengan 80 mL $KMnO_4$ 0,1 M
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7
- Dimasukkan elektroda grafit
- Dihubungkan dengan kabel

- Dihubungkan kedua kabel kompartemen anoda dan katoda dengan multimeter digital
- Dicatat beda potensial setiap 7 jam selama 91 jam

Beda Potensial

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 10. Pengukuran Beda Potensial terhadap Variasi Kecepatan Agitasi

Chamber Anoda

- Diisi dengan 70 mL konsentrasi substrat optimum
- Ditambahkan 10 mL starter *L. plantarum*
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7 dan dimasukkan elektroda tembaga
- Diagitasi pada variasi kecepatan 90 rpm, 120 rpm, 150 rpm
- Dihubungkan dengan kabel

Chamber Katoda

- Diisi dengan 80 mL variasi larutan elektrolit $KMnO_4$ 0,1 M
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7
- Dimasukkan elektroda grafit
- Dihubungkan dengan kabel

- Dihubungkan kedua kabel kompartemen anoda dan katoda dengan multimeter digital
- Dicatat beda potensial setiap 7 jam selama 91 jam

Beda Potensial

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 11. Pengukuran Beda Potensial, Kuat Arus dan Jumlah Energi pada Rangkaian Seri 4

Chamber Anoda

- Diisi dengan 70 mL konsentrasi optimum
- Ditambahkan 10 mL starter *L. plantarum*
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7
- Dimasukkan elektroda tembaga
- Diagitasi pada kecepatan optimum
- Dihubungkan dengan kabel

Chamber Katoda

- Diisi dengan 80 mL larutan elektrolit optimum
- Ditambahkan 20 mL buffer fosfat 0,2 M pH 7
- Dimasukkan elektroda grafit
- Dihubungkan dengan kabel

- Dirangkai secara seri 4 (4 komponen MFC)
- Dihubungkan ujung kompartemen anoda dan ujung katoda dengan multimeter digital
- Dihubungkan dengan suatu resistor
- Dicatat beda potensial dan arus setiap 7 jam selama 91 jam

Hasil

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 12. Beberapa Penelitian Terkait MFCs

No	Jurnal	Jenis Bakteri	Sampel	Rangkaian Tunggal atau Seri	Agitasi (rpm)	Buffer	Elektroda	Larutan Elektrolit	Volume sampel	Jenis PEM	Beda Potensial	Daya	Waktu
1	Ainun dan Suyati (2018)	*L. plantarum*	Fruktosa	Tunggal	-	Buffer Fosfat pH 7	Grafit (13,29 cm^2)	KMnO4 0,2 M	100 mL	-	-	10,26 mW	50 jam (per 1 jam)
			Laktosa								-	63 mW	
			Amilum								-	27,47 mW	
			Laktosa	Tunggal							-	63 mW	
				Seri 2							-	164,74 mW	
				Seri 3							-	290,51 mW	
2	Ismawati dkk (2015)	*L. plantarum*	*Whey* tahu	Tunggal		Buffer Fosfat pH 7	Grafit (13,29 cm^2)	KMnO4 0,2 M	100 mL	KCl 1 M	33,3 mV	-	30 jam (per 1 jam)
			Glukosa								32,4 mV	-	
			Laktosa								33,2 mV	-	
			Whey tahu		90						63,1 mV	-	
					125						62,7 mV	-	
					250						40,8 mV	-	
3	Sari dkk (2016)	*L. bulgaricus*	*Whey* tahu	Tunggal	-	Kalium Fosfat pH 5,5	Grafit	KMnO4 0,2 M	100 mL	KCl 1 M	29,3 mV	-	30 jam (per 1 jam)
						Kalium Fosfat pH 6					30 mV	-	
						Kalium Fosfat pH 6,5					32 mV	-	

Optimization Software:
www.balesio.com

						Kalium Fosfat pH 7					42,2 mV	-	
						Natrium Fosfat pH 5,5					4 mV	-	
						Natrium Fosfat pH 6					17 mV	-	
						Natrium Fosfat pH 6,5					18,6 mV	-	
						Natrium Fosfat pH 7					20 mV	-	
4	Putra dkk (2012)	Inokulum limbah	Limbah tahu	Seri	-	pH 3-4	Cu (4 x 5 cm)	KMnO4 10 mM	1 L	Membran Poli Eter Keton Ter-sulfonasi (SPEEK)	80 mV	-	80 jam (per 4 jam)
			Cucian Beras								234 mV	-	
5	Dewi dkk (2020)	Ecoenzym *Citrus reticulata*	Limbah kulit jeruk: sirup gula:air (3:1:10)	3 electrode pairs	200 rpm	Buffer fosfat pH 7	Grafit	KMnO4 0,2 M	575 mL	*Celluloce acetate membrane*	650 mV	Pd = 750 W/m^2	600 jam
6	Permana dkk (2014)	*S. cereviciae*	*Yeast Exract Peptone Dextrose* (YEPD)	Tunggal	150 rpm	3,6-3,8	Cu (0,008 m^2)	KMnO4 200 ppm	1 L	SPEEK	Dengan mediator (Methylen Blue) 0,887 V		48 jam per 4 jam
											Tanpa Mediator 0,689 V		
		Lumpur		Tunggal	-	-	Cu	Saltwater		Salt	170 mV	-	

Optimization Software:
www.balesio.com

	Li (2013)	Tanah								99 mV	-	10 hari per 1 hari
		Rawa								134 mV	-	
		Lumpur							3,5 cm x 3,5 cm x 4,6 cm	107 mV	-	
									10,2 cm x 10,2 cm x 13,4 cm	143 mV	-	
									2,7 cm x 2,7 cm x 3,8 cm	80 mV	-	
8	Kloch (2020)	*wood hydrothermal wastewater (WHTW)*		Tunggal		Buffer fosfat 50 mM	Carbon (p = 2 cm; d = 2,5 cm)		28 mL		Pd = 178 mW/m^2	1 bulan per 5 hari
9	Hamed dkk (2020)	*S. cereviciae*	Glukosa		0-600 rpm	5,3 – 6,3	Ni (40 mm x 40 mm x 0,5 mm)	Water		NaCl 0,4 N	Pd = 2263,5 mW/m^2	
							Stainless steel (40 mm x 40 mm x 0,5 mm)				Pd = 514 mW/m^2	
							Grafit (40 mm x 40 mm x 0,5 mm)				Pd = 1153 mW/m^2	
10	Arbianti dkk (2013)	*L. bulgaricus*	Glukosa	Tunggal	-	Buffer fosfat pH 7	Carbon (13,67 cm2)	$K_3Fe(CN_6)$	100 mL	PEM Nafion 117	208 mV	Pd = 43,02 mW/m^2	3 jam – 30 jam – 100 jam
								$KMnO_4$			457 mV	Pd = 167,7 mW/m^2	
									500 mL		685 mV	Pd = 201,8 mW/m^2	
		umpur aktif		Seri 2			grafit				0,733 V		

Optimization Software:
www.balesio.com

	Ibrahim dkk (2014)		Limbah cair ikan	Seri 3				[Fe(NH4)$_2$ (SO$_4$)$_2$]			0,713 V		120 jam per 1 jam
				Seri 4							0,763 V		
12	Hasil Penelitian	*L. plantarum*	*Whey* 100%	Tunggal		Buffer fosfat pH 7	Tembaga dan karbon	KMnO4	100 mL	KCl 1 M	480 mV	72 mW	91 jam per 7 jam
			Whey 80%								600 mV		
			Whey 20%								260 mV		
			Whey 80%		150 rpm						650 mV		
					120 rpm						55o mV		
					90 rpm						520 mV		
				Seri 4	150 rpm								

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 13. Tabel Data Kurva Pertumbuhan Bakteri *L. plantarum* pada Media *Whey* 80%, 37 ^{0}C, 130 rpm

No	Kurva Pertumbuhan Bakteri	Waktu (jam)
1	0,118	0
2	0,132	7
3	0,153	14
4	0,194	21
5	0,427	28
6	0,459	35
7	0,490	42
8	0,460	49
9	0,471	56
10	0,537	63
11	0,500	70
12	0,497	77
13	0,318	84
14	0,161	91

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 14. Tabel Data Beda Potensial Variasi Konsentrasi Substrat *Whey* 100%, *Whey* 80%, dan *Whey* 20%

Beda Potensial Standar (V_0) = 600 mV

No	Substrat *Whey* 100% (mV)		Substrat *Whey* 80% (mV)		Substrat *Whey* 20% (mV)		Waktu (jam)
	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2	
1	830	230	840	240	840	240	0
2	880	280	880	280	870	270	7
3	930	330	960	360	910	310	14
4	940	340	1150	550	910	310	21
5	950	350	1190	590	860	260	28
6	950	350	**1200**	**600**	830	230	35
7	960	360	**1200**	**600**	820	220	42
8	1050	450	**1200**	**600**	760	160	49
9	1080	480	1180	580	720	120	56
10	1030	430	1180	580	700	100	63
11	1020	420	1180	580	690	90	70
12	1010	410	1130	530	680	80	77
13	970	370	930	330	640	40	84
14	700	100	650	50	600	0	91

Contoh Perhitungan Beda Potensial MFCs

Diketahui: V_0 = 600 mV

V_1 = 830 mV

Ditanyakan: V_2 = ?

Penyelesaian: $V_2 = V_0 - V_1$

V_2 = 830 – 600

V_2 = 230 mV

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 15. Tabel Data Kadar Laktosa Variasi Konsentrasi Substrat *Whey* 100%, *Whey* 80%, dan *Whey* 20%

No	Substrat *Whey* 100% (g/L)	Substrat *Whey* 80% (g/L)	Substrat *Whey* 20% (g/L)	Waktu (jam)
1	59,58	49,58	31,38	0
2	47,98	47,58	31,58	7
3	27,08	40,68	31,18	14
4	16,88	36,38	28,78	21
5	8,68	31,68	27,78	28
6	6,08	25,38	26,98	35
7	5,98	13,18	18,38	42
8	4,98	8,58	13,18	49
9	3,98	8,48	11,98	56
10	3,08	6,98	8,88	63
11	2,78	2,58	8,38	70
12	1,58	1,68	7,88	77
13	0,58	1,38	5,88	84
14	0,48	1,08	1,38	91

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 16. Tabel Data Produksi Asam Laktat Variasi Konsentrasi Substrat *Whey* 100%, *Whey* 80%, dan *Whey* 20%

No	Substrat *Whey* 100% (g/L)	Substrat *Whey* 80% (g/L)	Substrat *Whey* 20% (g/L)	Waktu (jam)
1	0,6	1	2,79	0
2	21,08	23,37	6,56	7
3	22,54	31,38	8,06	14
4	21,08	42,16	9,65	21
5	19,21	50,59	9,37	28
6	20,14	50,59	10,45	35
7	21,55	51,99	10,54	42
8	21,55	52,93	11,48	49
9	21,55	53,87	12,88	56
10	20,61	52,93	14,05	63
11	21,55	53,87	15,69	70
12	25,29	55,74	15,93	77
13	27,17	55,27	16,39	84
14	27,64	58,55	16,86	91

Contoh perhitungan kadar asam laktat

Diketahui: V NaOH = 0,7 mL

N NaOH = 0,1 N

ME Asam laktat = 90,8 mg

FP = 5

V Sampel = 50 mL

Ditanyakan: Kadar asam laktat (mg/mL)…?

Penyelesaian:

$$\text{Kadar asam laktat } \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) = \frac{\text{V NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BE} \times \text{FP}}{\text{V Sampel}}$$

$$= \frac{0{,}7 \text{ mL} \times 0{,}1 \text{ N} \times 90{,}08 \text{ mg} \times 5}{50 \text{ mL}}$$

$$= 0{,}6 \text{ mg/mL}$$

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 17. Tabel Data Beda Potensial Variasi Agitasi 150 rpm, 120 rpm, dan 90 rpm

Beda Potensial Standar (V_0) = 600 mV

No	Agitasi 150 rpm (V)		Agitasi 120 rpm (V)		Agitasi 90 rpm (V)		Waktu (jam)
	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2	
1	880	280	940	340	880	280	0
2	980	380	1060	460	890	290	7
3	1190	590	1080	480	980	380	14
4	**1250**	**650**	**1150**	**550**	**1120**	**520**	21
5	1200	600	**1150**	**550**	1100	500	28
6	1200	600	1050	450	1020	420	35
7	1220	620	1040	440	980	380	42
8	1180	580	1050	450	790	190	49
9	1180	580	1040	440	690	90	56
10	1190	590	1030	430	680	80	63
11	1160	560	1000	400	680	80	70
12	1100	500	980	380	670	70	77
13	1080	480	970	370	650	50	84
14	1060	460	970	370	630	30	91

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 18. Tabel Data Kadar Laktosa Variasi Agitasi

No	Agitasi 150 rpm (g/L)	Agitasi 120 rpm (g/L)	Agitasi 90 rpm (g/L)	Waktu (jam)
1	45,28	44,78	43,98	0
2	43,58	43,38	43,18	7
3	41,68	43,18	42,98	14
4	40,48	42,98	43,18	21
5	35,28	32,18	36,08	28
6	34,08	31,98	36,18	35
7	33,98	31,68	34,28	42
8	24,38	28,48	33,68	49
9	23,68	28,38	33,58	56
10	22,58	24,08	33,98	63
11	15,58	11,48	26,38	70
12	9,78	6,78	12,68	77
13	4,28	5,38	10,18	84
14	1,68	4,68	4,48	91

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 19. Tabel Data Produksi Asam Laktat Variasi Agitasi 150 rpm, 120 rpm, dan 90 rpm

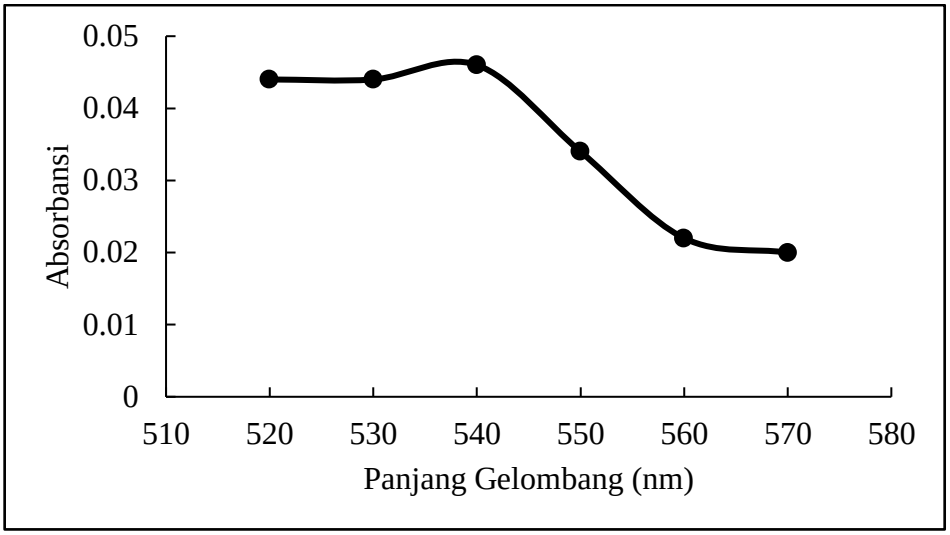
No	Agitasi 150 rpm (g/L)	Agitasi 120 rpm (g/L)	Agitasi 90 rpm (g/L)	Waktu (jam)
1	4,32	8,65	6,05	0
2	6,05	10,38	8,65	7
3	7,78	12,97	11,24	14
4	9,51	12,97	11,24	21
5	14,7	17,3	16,43	28
6	14,7	19,02	16,43	35
7	14,7	21,62	17,3	42
8	15,57	21,62	17,3	49
9	16,43	22,48	18,16	56
10	16,43	23,35	19,02	63
11	15,57	23,35	19,02	70
12	15,57	24,21	20,75	77
13	19,02	25,08	21,62	84
14	19,89	26,81	21,62	91

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 20. Kurva Panjang Gelombang Maksimum

Tabel Hasil Pengukuran Absorbansi dan Panjang Gelomang Maksimum

Panjang Gelmobang (nm)	Absorbansi
520	0,044
530	0,044
540	**0,046**
550	0,034
560	0,022
570	0,02



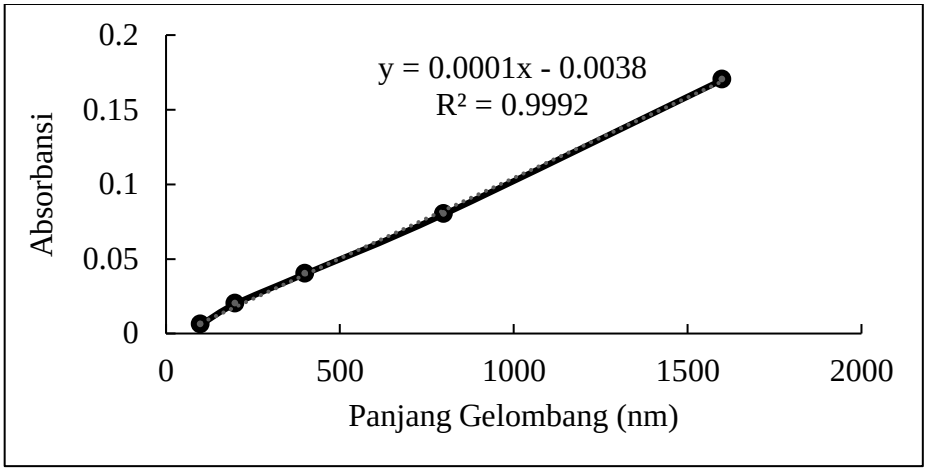
Kurva Panjang Gelombang Maksimum

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiaran 21. Kurva Standar Laktosa untuk Pengukuran Kadar Laktosa dengan Metode Teles

Tabel Hasil Pengukuran Absorbansi Konsentrasi Larutan Standar

Konsentrasi standar (g/L)	Absorbansi
0,1	0,006
0,2	0,02
0,4	0,04
0,6	0,08
1,6	0,17



Kurva Standar Laktosa

Contoh perhitungan kadar laktosa

y = 0,0001x - 0,0038 Kadar laktosa sampel = x. FP

Keterangan:

y = absorban x = konsentrasi laktosa (mg/L)

FP = faktor pengenceran

Diketahui:

y = 0,058 FP = 100

Penyelesaian:

y = 0,0001x – 0,0038

$$x = \frac{y - 0{,}0038}{0{,}0001} \times 100$$

$$x = \frac{0{,}058 + 0{,}0038}{0{,}0001} \times 100$$

= 618 × 100

= 61.800 mg/L

g/L

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 22. Perhitungan Energi MFCs *Whey* Dangke Seri 4

Tabel Nilai Beda Potensial dan Kuat Arus MFCs Seri 4

Sampel Hari ke	Open Circuit Voltage (OCV) (Volt)		Beda Potensial (V)		Kuat Arus (mA)	Waktu (s)
	V_1	V_2	V_1	V_2		
1	**1890**	**990**	1510	760	**0,09**	0
2	1870	970	1650	900	0,08	86400
3	1850	950	**1670**	**920**	0,07	172800
4	1800	900	1650	900	0,04	259200
5	1700	800	1300	550	0,03	345600
6	1500	600	1200	450	0	0

V_0 = 750 mV

1. Perhitungan Beda Potensial Setelah dihubungkan dengan Lampu LED

$\mathbf{V_2 = V_0 - V_1}$

Sampel hari 1 V_2 = 1510 – 750

V_2 = 760 mV

Sampel hari 2 V_2 = 1650 – 750

V_2 = 900 mV

Sampel hari 3 V_2 = 1670 – 750

V_2 = 920 mV

Sampel hari 4 V_2 = 1650 – 750

V_2 = 900 mV

Sampel hari 5 V_2 = 1300 – 750

V_2 = 550 mV

Sampel hari 6 V_2 = 1200 – 750

V_2 = 450 mV

itungan Daya

V × I

Optimization Software:
www.balesio.com

P_1 = 760 mV × 0,09 mA

= 68,4 mW

P_2 = 900 mV × 0,08 mA

= 72 mW

P_3 = 920 mV × 0,07 mA

= 64,4 mW

P_4 = 900 mV × 0,04 mA

= 36 mW

P_5 = 550 mV × 0,03 mA

= 16,5 mW

P_1 = 450 mV × 0 mA

= 0 mW

3. Perhitungan Energi

E = P × t

E_1 = 68,4 mW × 0 s

= 0 J

E_2 = 72 mW × 86400 s

= 6,22 kJ

E_3 = 64,4 mW × 172800 s

= 11,12 kJ

E_4 = 36 mW × 259200 s

= 9,3 kJ

E 16,5 mW × 345600 s

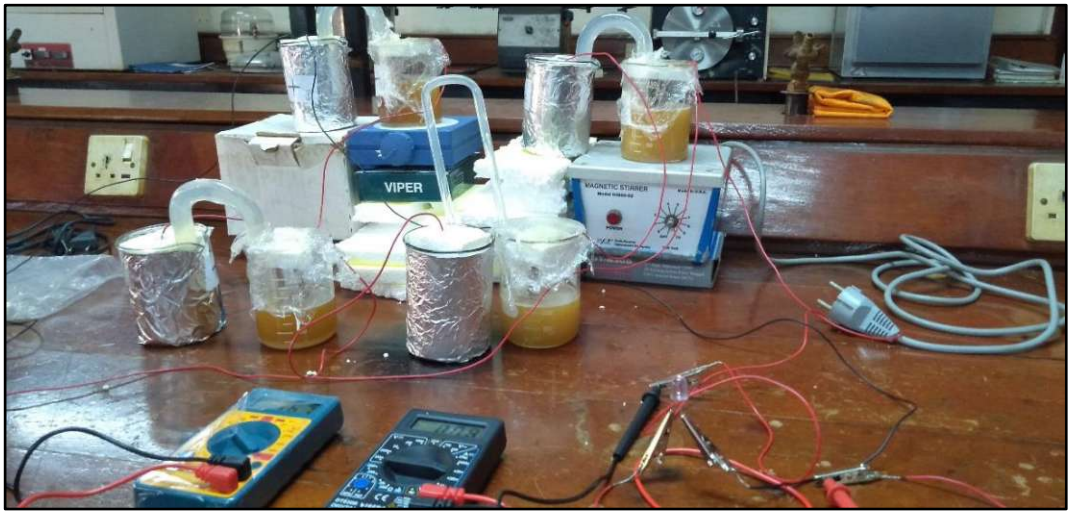
5,7 kJ

0 mW × 0 s

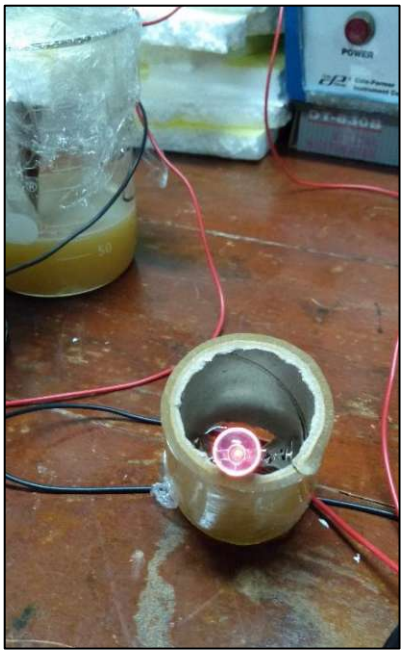
0

Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 23. Dokumentasi Penelitian



Pengukuran Beda Potensial dan Kuat Arus MFC *Whey* Dangke Seri 4 pada Lampu LED 1,8 V



Penampakan Lampu LED 1,8 V Menyala Menggunakan Sumber Tegangan MFC *Whey* Dangke Seri 4

Optimization Software:
www.balesio.com