

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa begitu banyak pihak yang telah turut membantu dalam penyusunan skripsi ini. Melalui kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Diana Hernawati, M.Pd. selaku pembimbing I yang selalu meluangkan waktu serta pemikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan serta motivasi untuk keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Vita Meylani, M.Sc. selaku pembimbing II yang selalu meluangkan waktu serta pemikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan serta motivasi untuk keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Dr. Purwarti Kuswarini Suprpto., M.Si. selaku ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi sekaligus dosen wali yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi, dan nasehat-nasehat kepada penulis hingga skripsi ini selesai;
4. Dr. H. Cucu Hidayat, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi;
5. Drs. Suharsono, M.Pd. selaku penguji I, Rinaldi Rizal Putra, M.Sc selaku penguji II, dan Dr, Dita Agustian, M.Pd. selaku penguji III, yang senantiasa memberikan pengarahan, kritikan dan masukan dalam penyelesaian skripsi;
6. Kepada bapak/ibu dosen Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi yang telah membekali penulis ilmu yang bermanfaat;
7. Rifa'atul Maulidah, M.Pfis, selaku ketua laboratorium Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi yang telah memberikan fasilitas yang dibutuhkan untuk penelitian;
8. Asep Yudi Supriatna, S.Pd dan Ari Hardian, S.Pd, selaku staff laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi yang selalu membantu dan menyediakan fasilitas yang dibutuhkan saat melaksanakan penelitian;

9. Kepada keluarga tercinta, terutama ibunda Eli Triyani, ayahanda Samsudin serta adik Pingkan Wintana Aprilia dan Gea Trisa Anugerah. Begitupun sanak saudara lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan do'a serta motivasi dan dukungan terhadap terselesaikannya skripsi ini;
10. Sahabat terbaik saya Intan Puspita Asri dan Elsa Ramadhanti yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi;
11. Frista Mutiara yang telah kebersamai dan membantu selama penelitian serta Reza Fauzi Dwisandi yang telah membantu dalam kepenulisan skripsi;
12. Aditya Milasari yang turut berkontribusi dalam pra penelitian dan Amir Hamzah Dinnilah yang telah membantu dalam pembuatan *cover booklet*;
13. Nurul Fatimah, Rina Fitriani, Santi Tifani Hidayat, Indah Rahma Wulandari, Silvia, Dinda Afifah Rahmahsari, Rizka Amalia, Arif Hidayat serta rekan-rekan satu jurusan yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan proposal penelitian;
14. Kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan isi skripsi ini sehingga bermanfaat bagi setiap orang.

Tasikmalaya, Maret 2022

Penyusun

Elsa Nurfauziah
182154026

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Definisi Operasional.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Kegunaan Penelitian.....	6
1.5.1 Kegunaan Teoritis	6
1.5.2 Kegunaan Praktis	6
BAB 2 TINJAUAN TEORITIS	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.1.1 Limbah Sayur Kubis (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>).....	7
2.1.1.1 Morfologi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>).....	7
2.1.1.2 Kandungan Kubis (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>).....	8
2.1.1.3 Kandungan Limbah Kubis (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	8
2.1.2 <i>Microbial Fuel Cells</i>	8
2.1.2.1 Pengertian <i>Microbial Fuel Cells</i>	8
2.1.2.2 Jenis-Jenis <i>Microbial Fuel Cells</i>	9
2.1.2.2.1 <i>Microbial Fuel Cells Single Chamber</i>	9
2.1.2.2.2 <i>Microbial Fuel Cells Double Chamber</i>	9

2.1.2.2.3 <i>Stacked Microbial Fuel Cells</i>	10
2.1.2.3 Komponen <i>Microbial Fuel Cells</i>	10
2.1.2.3.1 Kompartemen Anoda	11
2.1.2.3.2 Kompartemen Katoda	12
2.1.2.3.3 <i>Proton Exchange Membrane (PEM)</i>	12
2.1.2.4 Prinsip Kerja <i>Microbial Fuel Cells Double Chamber</i>	13
2.1.2.5 Faktor-Faktor yang Memengaruhi <i>Microbial Fuel Cells</i>	14
2.1.3 Mikroorganisme	15
2.1.3.1 Mikroorganisme pada Limbah Kubis (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>)..	15
2.1.3.2 Mikroorganisme yang Digunakan untuk <i>Microbial Fuel Cells</i>	15
2.2 Hasil Penelitian yang Relevan	16
2.3 Kerangka Konseptual	17
2.4 Hipotesis.....	18
BAB 3 PROSEDUR PENELITIAN	19
3.1 Metode Penelitian.....	19
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Populasi dan Sampel	19
3.4 Desain Penelitian.....	20
3.5 Langkah-Langkah Penelitian	21
3.5.1 Tahap Persiapan	21
3.5.2 Tahap Pelaksanaan	21
3.6 Teknik Pengolahan Data	33
3.7 Instrumen Penelitian.....	33
3.8 Teknik Pengolahan dan Analisis Data	33
3.9 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.9.1 Waktu Penelitian	34
3.9.2 Tempat Penelitian.....	34
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	38
4.1.1 Deskripsi Data.....	38
4.1.1.1 Pembusukan pada Limbah Kubis dari Hasil Penyimpanan	38

4.1.1.2 Desain <i>Microbial Fuel Cells</i>	39
4.1.3 Hasil Pengukuran Arus Listrik pada Variasi Lama Penyimpanan.....	40
4.2 Pengujian Prasyarat Analisis.....	41
4.3 Pembahasan.....	44
4.3.1 Lama Penyimpanan Limbah Kubis	44
4.3.2 Reaksi Kimia pada <i>Microbial Fuel Cells</i>	45
4.3.3 Hasil Pengamatan Arus Listrik pada Variasi Lama Penyimpanan	46
4.4 Implikasi Penelitian terhadap Pendidikan	52
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Simpulan	52
5.1 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Rancangan Acak Lengkap	21
Tabel 3.2 Alat dan bahan	22
Tabel 3.3 Jadwal kegiatan pelaksanaan penelitian.....	36
Tabel 4.1 Produksi listrik pada variasi lama penyimpanan	39
Tabel 4.2 Hasil analisis uji <i>Shapiro-Wilk</i>	41
Tabel 4.3 Hasil analisis uji homogenitas <i>Levene</i>	41
Tabel 4.4 Hasil uji <i>Kruskal-Wallis</i>	42
Tabel 4.5 Hasil uji <i>Mann-Whitney</i>	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Desain booklet “Pemanfaatan Limbah Kubis sebagai Biolistrik Menggunakan <i>Microbial Fuel Cells</i> ”	5
Gambar 2.1 <i>Brassica oleraceae</i> var. <i>capitata</i>	7
Gambar 2.2 <i>Microbial Fuel Cells Single Chamber</i>	9
Gambar 2.3 <i>Microbial Fuel Cells Double Chamber</i>	10
Gambar 2.4 <i>Stacked Microbial Fuel Cells</i>	10
Gambar 2.5 Komponen <i>Microbial Fuel Cells Double Chamber</i>	11
Gambar 2.6 Persamaan rekasi pada anoda <i>MFCs</i>	13
Gambar 2.7 Persamaan rekasi pada katoda <i>MFCs</i>	14
Gambar 3.1 Tahap pembuatan sampel	28
Gambar 3.2 Sterilisasi alat dan bahan	28
Gambar 3.3 Pembuatan media <i>Nutrient Broth</i>	29
Gambar 3.4 Tahap inokulasi bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i>	30
Gambar 3.5 Preparasi elektroda	30
Gambar 3.6 Preparasi jembatan garam	31
Gambar 3.7 Preparasi larutan elektrolit	31
Gambar 3.8 Konstruksi <i>Microbial Fuel Cells</i>	32
Gambar 3.9 Skema Prosedur Alur Penelitian	33
Gambar 3.10 Laboratorium Mikrobiologi dan Botani Universitas Siliwangi	35
Gambar 4.1 Limbah Kubis	38
Gambar 4.2 Desain <i>MFCs Double Chamber</i>	39
Gambar 4.3 Kurva rata-rata arus listrik	41
Gambar 4.4 Persamaan reaksi pada kompartemen anoda	46
Gambar 4.5 Persamaan reaksi pada kompartemen katoda	46
Gambar 4.6 Kurva rata-rata total arus listrik	48
Gambar 4.7 Sketsa desain <i>Microbial Fuel Cells Double Chamber</i>	50
Gambar 4.8 Desain booklet “Pemanfaatan Limbah Kubis sebagai Biolistrik Menggunakan <i>Microbial Fuel Cells</i> ”	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan....	68
Lampiran 2. Lembar Usulan Judul Penelitian.....	69
Lampiran 3. Surat Pernyataan Dewan Bimbingan Skripsi.....	70
Lampiran 4. Kartu Bimbingan Skripsi Pembimbing 1	71
Lampiran 5. Kartu Bimbingan Skripsi Pembimbing 2	73
Lampiran 6. Rekomendasi Ujian Seminar Hasil.....	75
Lampiran 7. Rekomendasi Ujian Akhir	76
Lampiran 8. Hasil Pengukuran Arus Listrik	77
Lampiran 9. Hasil Uji Statistik.....	80
Lampiran 10. <i>Booklet</i>	84