

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu kegiatan perekonomian berupa perdagangan selalu menghasilkan sampah. Hal tersebut tentu menimbulkan banyak permasalahan, karena peningkatan volume sampah memiliki nilai yang sebanding dengan peningkatan konsumsi manusia (Nagong, 2020). Di Indonesia, total volume sampah yang dihasilkan sekitar 60-70% dan di antaranya sampah basah dengan kadar air 65-75%. Sampah terbanyak berasal dari pasar tradisional dan pemukiman. Sampah pasar tradisional, seperti pasar lauk-pauk dan sayur-mayur membuang hampir 95% sampah organik (Qurnia, 2008). Adapun, Kota Tasikmalaya menghasilkan sampah dengan jenis dan karakteristik yang bervariasi, salah satunya yakni jenis sampah sayur yang turut berkontribusi dalam total timbunan semua jenis sampah di Kota Tasikmalaya pada tahun 2020 sebesar 106.688,51 ton/tahun (SIPSN, 2020). Namun faktanya, pengelolaan sampah di Kota Tasikmalaya masih bersifat konvensional, yakni pengumpulan, pengangkutan dan penimbunan (Haerani *et al.*, 2019). Oleh karena itu, perlu adanya pengelolaan yang lebih baik untuk mengurangi banyaknya timbunan sampah tersebut.

Pengelolaan sampah harus dilakukan secara komprehensif dan terpadu agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan, serta diharapkan dapat mengubah perilaku masyarakat (Dermawan *et al.*, 2018). Sampah yang tidak dikelola akan menyebabkan lingkungan menjadi kumuh dan menjadi sumber penyakit (Chandau *et al.*, 2012). Ini banyak terjadi di pasar tradisional, yang banyak menghasilkan limbah sayuran. Sampah sayuran ini mudah rusak karena memiliki kandungan air yang tinggi sekitar 85-95% (Asgar & Musaddad, 2006). Karena sayuran berkadar air tinggi maka limbah sayur mudah busuk dan mengundang lalat sebagai vektor penularan penyakit untuk hinggap dan berkembang biak (Al-Irsyad & Deniati, 2021; Nurhayu & Sariubang, 2015; Safitri *et al.*, 2017), sehingga sampah sayuran di pasar tradisional harus dikelola agar tidak menimbulkan penyakit.

Salah satu jenis sampah sayur yang ada di pasar tradisional adalah sayur kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Kubis dan sawi biasanya mendominasi total limbah sayur yang ada di pasar, meskipun demikian kubis mengandung karbohidrat, gula, diet serat, lemak, protein, thiamine (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), niacin (vitamin B3), asam pantotenat (vitamin B5), vitamin B6, folat (vitamin B9), vitamin C, kalsium, besi, magnesium, fosfor, kalium, dan seng (Agustina, 2016; Utama & Mulyanto, 2009). Sementara menurut Sutrisno (dalam Rusad & Santosa, 2016), bahwa limbah sayur kubis mengandung nutrisi berupa kalsium 64 mg, zat besi 1,7 mg, protein 0,7 g, dan kandungan air sebanyak 65-80 %. Adanya kandungan air dan nutrisi berpotensi digunakan untuk media atau sumber makanan serta baik untuk pertumbuhan mikroorganisme dan percepatan reaksi metabolisme (Anisah & Rahayu, 2015; Asgar & Musaddad, 2006).

Salah satu pemanfaatan limbah kubis yaitu digunakan pada *Microbial Fuel Cells* (*MFCs*) sebagai substrak organik. *MFCs* merupakan salah satu jenis dari sistem *Bioelectrochemical System* (*BESs*) yang berhasil diterapkan (Zheng *et al.*, 2020). *Bioelectrochemical System* (*BESs*) adalah sistem yang mampu mengubah energi kimia menjadi energi listrik (dan sebaliknya) dengan menggunakan mikroorganisme sebagai katalis (Bajracharya *et al.*, 2016). Sedangkan *Microbial Fuel Cells* (*MFCs*) adalah bioreaktor yang mengubah energi kimia dalam ikatan kimia dalam senyawa organik menjadi energi listrik melalui reaksi katalitik mikroorganisme dalam kondisi anaerobik. Melalui *MFCs* bahan organik pada limbah dapat dimanfaatkan sebagai produk biolistrik (Angenent *et al.*, 2004). Telah diketahui selama bertahun-tahun, bahwa *MFCs* dapat menghasilkan listrik secara langsung dengan menggunakan bakteri untuk memecah substrat organik (Du *et al.*, 2007). Beragam bakteri yang dapat digunakan untuk *MFCs*, yaitu *Rhodospirillum rubrum*, *Geobacter sulfurreducens*, *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli*, *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Erwinia dissolvens*, *Desulfovibrio desulfuricans*, *Clostridium butyricum*, *Enterococcus faecium*, dan *Lactobacillus bulgaricus*. Selain itu, strain ragi seperti *Saccharomyces cerevisiae* dan *Hansenula anomala* dapat juga digunakan dalam *MFCs* (Franks & Nevin, 2010; Rabaey & Verstraete, 2005; Sulistiyawati *et al.*,

2020). Oleh karena itu, *Microbial Fuel Cells (MFCs)* merupakan sumber energi listrik alternatif terbarukan yang ramah lingkungan yang dapat memanfaatkan limbah sayuran melalui proses katalitik pada mikroorganisme.

Di Indonesia kapasitas pembangkit listrik tahun 2018 yang paling mendominasi berasal dari pembangkit energi fosil khususnya batubara (50%), gas bumi (29%), BBM (7%) dan energi terbarukan (14%) (Siswanto, 2019). Sampai dengan tahun 2018 kapasitas pembangkit listrik mencapai 64,5 GW atau naik sebesar 3% dibandingkan tahun 2017 (Siswanto, 2019). Hal ini, karena energi listrik digunakan dalam seluruh aktivitas manusia dan menjadi bagian penting bagi perkembangan peradaban manusia di berbagai bidang antara lain bidang ekonomi, teknologi, sosial dan budaya manusia (Fadillah *et al.*, 2015). Padahal saat ini, energi fosil yang tersedia semakin berkurang, khususnya minyak bumi. Setelah terjadinya krisis energi yang pernah mencapai puncak sekitar dekade 1970-an, dunia saat ini menghadapi kenyataan bahwa persediaan minyak bumi terus berkurang (Parinduri & Parinduri, 2020). Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif berupa *MFCs* untuk memasok energi listrik agar energi fosil tidak cepat habis.

Berdasarkan uraian permasalahan sebelumnya diketahui bahwa limbah kubis menjadi salah satu permasalahan lingkungan di pasar tradisional yang harus ditanggulangi. Akan tetapi, limbah kubis dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber energi listrik melalui mekanisme *MFCs* yang dibantu oleh isolat mikroorganisme. Limbah kubis yang digunakan merupakan campuran antara bahan dan air dengan perbandingan 1:1 serta dilakukan variasi lama penyimpanannya untuk melihat seberapa besar arus listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu, penting dilakukan analisis potensi pada limbah kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) sebagai biolistrik menggunakan *Microbial Fuel Cells*. Adapun hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangsih terhadap penelitian berupa jurnal penelitian yang terpublikasi serta sumbangsih terhadap pendidikan yakni suplemen bahan ajar berupa *booklet* yang dapat dikaitkan dengan materi perubahan lingkungan dan bioteknologi sebagai pengetahuan tambahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut :

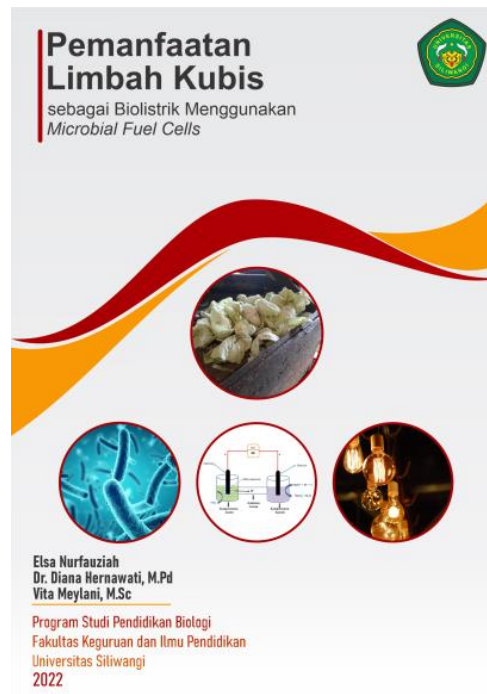
- 1) Bagaimana potensi limbah sayur kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) sebagai sumber biolistrik menggunakan *Microbial Fuel Cells*?
- 2) Pada hari ke berapa lama penyimpanan limbah sayur kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) menghasilkan biolistrik terbesar menggunakan *Microbial Fuel Cells*?

1.3 Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahpahaman, maka perlu didefinisikan beberapa istilah secara operasional yaitu:

- 1) Limbah kubis merupakan salah satu jenis dari limbah sayuran yang terdapat di pasar tradisional telah disortir dan tidak layak dijual. Sayuran ini merupakan tanaman Herbaceous sehingga memiliki kadar air yang tinggi dan menyebabkan kubis mudah rusak dan busuk. Limbah kubis yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk *slurry* yang merupakan campuran bahan dan air serta digunakan sebagai substrat pada *MFCs* dan diberi perlakuan berupa lama penyimpanan selama 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari.
- 2) *Microbial Fuel Cells* adalah bioreaktor yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi katalitik pada proses metabolisme mikroorganisme dan dalam kondisi anaerob. *MFCs* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis *double chamber* yang terpisah antara ruang anoda dan katoda. Kedua ruangan tersebut dibuat menggunakan stoples sebagai bahan alternatif dan dihubungkan menggunakan jembatan garam. Pada ruang anoda terdapat limbah sayur kubis dan bakteri *Lactobacillus plantarum* serta digunakan elektroda karbon batang yang diduga bersifat konduktif. Sedangkan pada ruang katoda digunakan larutan elektrolit KMnO_4 dan elektroda karbon batang. Kedua karbon batang dihubungkan dengan kabel tembaga tunggal dan penjepit buaya agar keluaran arus listrik dapat diukur menggunakan multimeter. Adapun secara proses kimia pada anoda *Microbial*

Fuel Cells, substrat yang mengandung materi organik akan terurai oleh mikorganisme menjadi energi listrik serta menghasilkan proton dan air pada katoda. Limbah kubis dinyatakan berpotensi sebagai penghasil biolistrik, apabila mampu menghasilkan energi listrik melalui arus listrik yang terukur oleh alat multimeter. Biolistrik dengan menggunakan *MFCs* merupakan listrik yang dihasilkan oleh mikroorganisme dari reaksi metabolismenya melalui kerja *MFCs*. Hasil akhir dari penelitian dibuat booklet yang berisi informasi dan hasil penelitian mengenai “Pemanfaatan Limbah Kubis sebagai Biolistrik Menggunakan *Microbial Fuel Cells*” sebagai suplemen bahan ajar bagi peserta didik. Penggunaan bahan ajar berupa *booklet* dapat digunakan untuk menambah pengetahuan peserta didik dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian tentang analisis limbah sayur kubis sebagai biolistrik melalui *Microbial Fuel Cells* ini dapat digunakan untuk memperkaya materi khususnya yang berkaitan dengan materi dibidang mikrobiologi, bioteknologi, dan lingkungan.



Gambar 1.1

Desain booklet “Pemanfaatan Limbah Kubis sebagai Biolistrik Menggunakan *Microbial Fuel Cells*”

Sumber : Dokumentasi Pribadi

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Untuk mengetahui potensi limbah sayur kubis sebagai sumber biolistrik menggunakan *Microbial Fuel Cells*.
- 2) Untuk mengetahui lama penyimpanan limbah sayur kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) yang menghasilkan biolistrik terbesar menggunakan *Microbial Fuel Cells*.

1.5 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan pada penelitian ini, yaitu :

1.5.1 Kegunaan Teoritis

Penelitian yang dilakukan diharapkan mampu memberikan sumbangsih terhadap ilmu pengetahuan yang senantiasa terus berkembang, khususnya bidang mikrobiologi, bioteknologi, dan lingkungan serta diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar pada penelitian-penelitian selanjutnya terkait bidang ilmu pengetahuan tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan data terkait pemanfaatan limbah sayuran khususnya kubis sebagai biolistrik menggunakan *Microbial Fuel Cells* dan sebagai sumber alternatif untuk menghasilkan energi listrik.

1.5.2 Kegunaan Praktis

- 1) Bagi peneliti, sebagai wawasan untuk menambah pengetahuan dan konsep keilmuan terkait analisis potensi limbah kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) sebagai biolistrik menggunakan *Microbial Fuel Cells*.
- 2) Bagi pendidikan, sebagai suplemen bahan ajar berupa *booklet* yang dapat dikaitkan dengan materi mikrobiologi, perubahan lingkungan, dan bioteknologi sebagai pengetahuan tambahan.