

1. Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan primer bagi keberlangsungan hidup manusia. Dalam *supply chain* pengolahan bahan pangan: produksi primer, pemrosesan, distribusi hingga pengonsumsi (Scherhauser *et al.*, 2018) menghasilkan *food losses* dan *food waste*. *Food losses* didefinisikan sebagai penurunan massa bahan pangan pada *supply chain* hingga tahap pemrosesan, sedangkan *food waste* (FW) merupakan *food losses* yang disebabkan oleh perilaku distributor makanan dan konsumen pada tahap pengonsumsi makanan (Parfitt *et al.*, 2010). Pada pembahasan ini, FW merupakan limbah makanan yang meliputi limbah pada proses pengolahan makanan termasuk sisa makanan dalam rumah tangga (*kitchen waste*).

Menurut FAO, satu per tiga bagian-dapat-cerna dari makanan tidak termakan dan menjadi FW dengan total 1,3 miliar ton per tahun di dunia. Di negara dengan perekonomian menengah ke atas, FW bahkan merupakan makanan yang layak dikonsumsi (FAO, 2011). Di Indonesia, pada tahun 2016 dengan populasi penduduk sebesar 250 juta jiwa, menghasilkan FW sebanyak 13 juta ton/tahun (Idris, 2016). Jumlah tersebut terus meningkat seiring perkembangan populasi penduduk yang saat ini mencapai 267 juta jiwa. FW akan terus meningkat karena berasal dari aktivitas primer manusia dan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat.

Upaya penanganan FW yang telah dilakukan pemerintah dan aktivis di Indonesia terbatas pada sosialisasi bahaya FW dan program pengumpulan makanan-layak-makan (*Food Bank*) namun belum dilakukan pengolahan terhadap FW. Umumnya, pengolahan limbah domestik (termasuk di dalamnya FW) hanya menggunakan sistem pembuangan *landfill* dengan kapasitas yang hampir melampaui batas dan manajemen yang kurang baik. Beberapa Tempat Pembuangan Akhir (TPA) didesain dengan sistem *sanitary landfill* namun pada prakteknya, hampir semua diantaranya tidak berjalan dan menjadi sistem *open dumping*, yaitu sampah dikumpulkan, dibiarkan terbuka dan menggunung (Andriani and Atmaja, 2019; Darmawan, 2019).

Kondisi tersebut memiliki dampak negatif bagi lingkungan akibat emisi gas *landfill* yang tidak terkontrol. Kandungan senyawa organik pada FW dapat mengalami dekomposisi sehingga FW menghasilkan gas berbahaya seperti metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). yang berdampak pada pemanasan global sebesar 15,7%, eutrofikasi sebesar 15,2% dan asidifikasi sebesar 15,1% (Scherhauser *et al.*, 2018).

Solusi atas permasalahan tersebut adalah dengan mengelola FW menjadi sesuatu yang lebih bernilai yaitu bioetanol. Bioetanol menjadi sumber energi yang bermanfaat dan juga solutif karena kebutuhan etanol di Indonesia yang terus meningkat. Peningkatan kebutuhan tersebut sejalan dengan Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 yang mewajibkan bioetanol E5 yaitu dengan kandungan 5% etanol dan 95% bensin, yang akan meningkat menjadi bioetanol E20 pada tahun 2025. Tantangan dalam penerapan ini adalah biaya pengadaan bahan baku yang tinggi (Pertamina, 2019). Dengan pemanfaatan FW yang merupakan limbah dan ketersediaannya yang melimpah, diharapkan dapat menjadi solusi atas biaya pengadaan bahan baku.

2. Bentuk Inovasi

Inovasi yang dilakukan yaitu pemanfaatan FW sebagai bahan baku dimana umumnya industri etanol menggunakan limbah pengolahan gula sebagai bahan baku industrinya yaitu molase. Pemanfaatan FW menjadi inovasi yang menguntungkan bagi lingkungan sebagai solusi dari permasalahan sampah FW di Indonesia. Selain itu, inovasi dalam proses produksi ini adalah penggunaan rekombinasi *Escherichia coli* untuk memaksimalkan konversi substrat menjadi etanol. Hal ini juga menjadi solusi atas kandungan FW yang tidak konsisten dimana dibutuhkan mikroorganisme yang mampu mengonversi berbagai substrat.

3. Bentuk Produk

Pada proses pengolahan FW, produk yang akan dihasilkan yaitu bioetanol dengan standar *fuel grade*. Berdasarkan ketentuan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi nomor 23204.K/10/DJM.S/2008, bioetanol sebagai bahan bakar memiliki standar sebagai berikut.

Tabel 3.1. Standar dan Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Bioetanol sebagai Bahan Bakar (Dikjen Minyak dan Gas Bumi, 2008)

No	Uraian	Unit, min/maks	Spesifikasi
1	Kadar etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)
2	Kadar metanol	mg/L, maks	300
3	Kadar air	%-v, maks	1
4	Kadar denaturan	%-v, min %-v, maks	2 5
5	Kadar tembaga (Cu)	mg/kg, maks	0,1
6	Keasaman sebagai CH ₃ COOH	mg/L, maks	30
7	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
8	Kadar ion klorida (Cl ⁻)	mg/L, maks	40
9	Kandungan belerang (S)	mg/L, maks	5,0
10	Kadar getah (gum), dicuci	mg/100 ml, maks	6,5 – 9,0