BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki pertumbuhan penduduk sebesar 1,38% selama rentang waktu 2010-2015 dengan populasi sekitar 253 juta jiwa pada tahun 2014 menjadikan Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terbanyak ke empat setelah Amerika, India dan China (EIA, 2015). Meningkatnya jumlah penduduk sebanding dengan meningkatnya jumlah kebutuhan energi karena semua kegiatan sehari-hari manusia selalu bersentuhan dengan energi seperti pengolahan pangan dan produk, transportasi, listrik dan sebagainya.

Kebutuhan energi Indonesia saat ini sebagian besar masih bergantung pada bahan bakar fosil yang persediaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Jika dibiarkan hal tersebut dapat membahayakan pasokan keamanan energi Indonesia. Salah satu kebutuhan energi di Indonesia adalah untuk pembangkitan energi listrik yang masih didominasi oleh bahan bakar fosil. Proyeksi bauran bahan bakar pembangkit listrik selama rentang waktu 2014-2050 didominasi oleh bahan bakar batubara dengan pangsa antara 55%-58% serta bahan bakar minyak dengan pangsa 2%-16% pada tahun 2050 (OEI, 2016), padahal penggunaan bahan bakar fosil melalui generator listrik dapat menimbulkan dampak lingkungan khususnya pencemaran udara dikarenakan adanya emisi CO_2 dari pembakaran bahan bakar fosil yang merupakan penyebab pemanasan global (*global warming*) (Samudro dkk, 2014). Oleh sebab itu, peralihan dari energi fosil ke energi baru terbarukan (EBT) perlu dilakukan karena sifatnya yang berkelanjutan, ramah lingkungan karena sedikit bahkan tidak menghasilkan emisi sama sekali.

Indonesia telah mengembangkan energi terbarukan dalam upaya penyediaan kebutuhan energi dalam negeri. Salah satunya dengan mengeluarkan Peraturan Presiden (Perpres) No.5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) untuk mendorong pengembangan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pengembangan dan pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (BBN) seperti bioetanol mendapat banyak perhatian dan dorongan yang digunakan untuk transportasi dan substitusi BBM di pembangkit listrik dan industri (energi *thermal*). Pemerintah menargetkan mengganti 1,48 miliar liter bensin dengan bioetanol dalam kurun waktu 2007-2010. Persentase itu akan meningkat menjadi 10% pada

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

tahun 2011-2015, dan 15% pada 2016-2025, akan tetapi setiap bulannya pemerintah kekurangan pasokan 195.672.000 liter bioetanol untuk bahan bakar (Perdana, 2011).

Bioetanol merupakan salah satu jenis BBN yang dihasilkan dari bahan baku yang mengandung glukosa, pati dan selulosa. Bahan baku penghasil bioetanol tersebut sangat melimpah di Indonesia, namun timbul permasalahan baru bahwa bahan baku tersebut juga berpotensi sebagai bahan pangan sehingga akan memakan penggunaan lahan pertanian yang seharusnya digunakan untuk produksi makanan bagi konsumsi manusia (Pimentel dkk, 2008). Penggunaan bahan baku tersebut juga berkontribusi sekitar 70-90% dari total biaya produksi bioetanol (Huang dkk, 2015). Oleh sebab itu, perlu bahan pangan alternatif lain yang memiliki nilai ekonomi yang rendah dibandingkan bahan pangan tersebut. Salah satu bahan alternatif yang dapat dikembangkan adalah sampah organik yaitu sampah makanan.

Selain meningkatnya konsumsi energi, peningkatan jumlah sampah merupakan salah satu dampak yang diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk. Kota Pekanbaru merupakan salah satu kota besar di Indonesia dan ibukota dari Provinsi Riau dengan jumlah penduduk terbanyak dari seluruh penduduk Riau (BPS Provinsi Riau, 2016). Hal ini tentu berdampak pada jumlah sampah yang dihasilkan. Pada tahun 2014, jumlah penduduk Kota Pekanbaru sebanyak 1.011.467 jiwa dengan pertumbuhan sebesar 1,24% (BPS Provinsi Riau, 2016) serta menghasilkan sampah sebanyak 444,9 ton dan 59,2% berasal dari sampah makanan sebanyak 263,42 ton/hari (DKP Pekanbaru, 2014). Pada tahun 2016 jumlah sampah tersebut terus meningkat hingga 500 ton/hari dari sekitar 1,3 juta penduduk (Mindrayani, 2016). Sampah tersebut tidak terkelola dengan baik dengan titik-titik penumpukan sampah di permukiman warga, komplek pertokoan, dan pasar-pasar sehingga dapat menimbulkan bau tidak sedap yang menyengat dan berpotensi menebar kuman penyakit.

Pada pengelolaan sampah Pekanbaru yaitu sekitar 69% pengelolaan dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), 10% pengomposan, 7% didaur ulang, 5% sistem pengelolaan dengan cara membakar, dan 7% tidak dikelola (Mindrayani, 2016). Selain itu sisa umur TPA tersebut sekitar 3 tahun lagi (DKP Pekanbaru, 2015) dan setiap tahun kemampuan lahan TPA akan berkurang, hingga diperkirakan lahan tersebut hanya mampu menampung sampah hingga tahun 2020 (Mindrayani, 2016). Hal tersebut diakibatkan karena metode *sanitary landfill* yang diterapkan dalam pembangunan TPA tersebut (DKP Pekanbaru, 2015) bukanlah alternatif yang sesuai karena sifatnya yang tidak berkelanjutan dan membutuhkan tanah yang luas dan jika tidak dikelola dengan baik maka akan menjadi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

open dumping (Mustika, 2006). *Open dumping* tersebut memiliki kecenderungan mencemari lingkungan dan berkontribusi terhadap pemanasan global (Moon dkk, 2009).

Beberapa pengolahan sampah organik (sisa makanan) yang dapat dilakukan seperti dengan menjadikannya sebagai pupuk organik (kompos), namun kompos yang dihasilkan akan menimbulkan pencemaran pada permukaan tanah dan air tanah (Uncu dkk, 2011; dikutip oleh Huang dkk, 2015) dan prosesnya memerlukan waktu yang cukup lama (±55 hari) serta mengakibatkan terjadinya antrian sampah sehingga hal ini dapat menyebabkan terjadinya polusi (Mustika, 2006). Selain itu, pengolahan sampah sisa makanan sebagai pakan ternak akan menimbulkan permasalahan keamanan dan kesehatan pada hewan ternak (Moon dkk, 2009; Huang dkk, 2015). Pengolahan sampah sisa makanan selanjutnya adalah dengan menjadikannya sebagai biogas melalui *anaerobic digestion* (Kim dkk, 2006; Lee dkk, 2010; Ma dkk, 2011; dikutip oleh Huang dkk, 2015). Jika pengolahan melalui biogas maka untuk menghasilkan 66% gas methana dari komposisi gas memerlukan waktu yang cukup lama yaitu 235 hari (Iglesias dkk, 1998; dikutip oleh Mustika, 2006), padahal sampah makanan yang memiliki nilai ekonomi rendah juga dapat dijadikan bahan pembuatan bioetanol karena merupakan bahan bakar yang lebih bernilai dibandingkan biogas (Huang dkk, 2015). Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan etanol dari proses fermentasi yang sempurna hanya memerlukan waktu sekitar 4-20 hari (Osvaldo dkk, 2012).

Sampah makanan diperkirakan mengandung 15,96% glukosa, 12,58% pati dan 11,73% selulosa (Rakhmadani dkk, 2011) yang terdiri dari nasi, sayur-sayuran, buah-buahan tersebut masih dapat dihidrolisis menjadi glukosa yang kemudian difermentasi menjadi etanol. Menurut Pham dkk (2006) (dikutip oleh Samudro, 2016), *rule of thumb* dari 0,5 liter etanol memiliki energi listrik sebesar 4,41 kWh. Penelitian bioetanol yang dilakukan oleh Akpan dkk (2008) yaitu sebanyak 2,5 kg sampah makanan dapat menghasilkan etanol dengan kadar sebesar 95% sebanyak 0,86 liter. Berdasarkan hal tersebut, jika diasumsikan 2,5 kg dapat menghasilkan etanol sebanyak 0,86 liter maka etanol yang dapat dihasilkan dari sampah makanan Kota Pekanbaru berdasarkan potensinya pada tahun 2014 adalah 90,62 kL atau 71,97 ton atau setara dengan 531.104,09 kWh. Berdasarkan hipotesis ini, jika etanol ini dijadikan sebagai sumber listrik tentu akan berpeluang karena potensinya yang besar.

Kebutuhan listrik di Pekanbaru akan terus meningkat. Prakiraan kebutuhan energi listrik yang dilakukan oleh Fadillah (2015) menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik

Hak cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kota Pekanbaru tumbuh dari tahun ke tahun sebesar 9,96% per tahun dengan besar kebutuhan energi tahun 2015 sebesar 1.899,99 GWh tumbuh menjadi 4.466,52 GWh tahun 2024 dengan beban puncak untuk kota Pekanbaru sebesar 281,68 MW tahun 2015 dan tumbuh menjadi 662,18 MW tahun 2024. Selain itu, pada tahun 2015, rasio elektrifikasi Pekanbaru masih 80,65% (Riau Pos, 2016). Jika pembangkitan energi listrik tersebut masih bergantung pada bahan bakar fosil yang cadangannya sangat terbatas maka itu bukanlah solusi yang tepat dalam meningkatkan pasokan keamanan energi listrik. Oleh sebab itu, rencana pengadaan energi listrik menggunakan bioetanol dengan memanfaatkan sampah makanan merupakan salah satu solusi yang sangat penting untuk dipertimbangkan.

Keputusan Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi Nomor: 722 K/ 10/DJE/2013 telah menetapkan regulasi untuk etanol dibatasi dengan kadar maksimum 10% atau sering disebut E-10 dengan bioetanol yang sudah didenaturasi (94-99%) (ESDM, 2013). Pada *gasoline* dengan campuran etanol antara 5-10%, bahan bakar ini dapat langsung digunakan pada mesin tanpa perlu ada modifikasi. Pemanfaatan sampah makanan sebagai penghasil bioetanol dengan melakukan campuran terhadap BBM (E-10) akan dapat menghemat biaya dan penggunaan BBM terutama dalam penggunaan *Generator Set* karena pada saat kurang mendapatkan pasokan listrik dari PLN, masyarakat menggunakan *Generator Set* sebagai penghasil listrik yang selama ini bahan bakarnya menggunakan energi fosil (*gasoline*).

Permintaan bioetanol di Indonesia terus meningkat seiring dengan kebijakan pemerintah dalam meningkatkan kadar campuran etanol pada gasolin. Peningkatan konsumsi tersebut menunjukkan respon positif yang diberikan oleh masyarakat. Oleh sebab itu, beberapa perusahaan bioetanol di Indonesia terus melakukan pengembangan dalam meningkatkan kapasitas produksinya. Peralihan penggunaan bahan baku seperti singkong telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang memiliki biaya (nilai ekonomi) rendah seperti sekam padi, bagas dan sampah sehingga dapat mengurangi biaya produksi. Selain itu, dalam upaya pengurangan biaya produksi produsen juga melakukan skenario penelitian dalam proses produksinya agar mendapatkan harga produk (etanol dan pupuk) yang terjangkau oleh masyarakat tetapi tidak mengurangi pendapatan dari produksi etanol. Oleh karena itu, pada penelitian ini analisis ekonomi produksi bioetanol berbahan sampah makanan tersebut perlu diteliti agar terhindar dari pemilihan proses yang tidak optimal dan biaya investasi yang mahal serta mendapatkan harga etanol yang terjangkau oleh masyarakat tetapi tidak mengurangi pendapatan dari produksinya.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Milik UIN Suska Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kajian untuk merealisasikan sebuah instalasi produksi bioetanol dengan memanfaatkan sampah sisa makanan sangat perlu dilakukan berdasarkan potensi sampah yang tersedia, namun jika hal tersebut masih berupa hipotesis maka uji coba tidak bisa dilakukan pada sistem yang sebenarnya. Selain itu, aspek ekonomi merupakan hal yang perlu diperhitungkan dalam mendirikan instalasi bioetanol agar dapat memberikan keuntungan dalam produksinya. Oleh karena itu, pemodelan dari sistem tersebut harus dibuat. Simulasi pada model dapat memprediksi atau memperkirakan efek kenaikan harga bahan baku, utilitas dan peralatan serta fluktuasi komponen pendapatan terhadap biaya produksi, harga penjualan dan aspek finansial dengan membuat skenario dasar dan merancang model untuk melakukan simulasi pada kondisi tersebut sehingga secara efektif memungkinkan pengguna untuk memperkirakan hasil dari beberapa proses alternatif. Dalam hal ini, simulasi juga dilakukan untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Model simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan serta melakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung risiko dari sistem yang berjalan. Proses produksi yang disimulasikan di dalam software digunakan sebagai tiruan atau replikasi aspek-aspek nyata dari suatu model yang dibuat. Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan mengambil judul "**Pemodelan Proses dan Analisis Ekonomi Produksi Bioetanol dengan Memanfaatkan Sampah Makanan Di Kota Pekanbaru Sebagai Bahan Bakar Generator Set**".

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana potensi sampah makanan di Kota Pekanbaru yang dapat dikembangkan menjadi bioetanol?
2. Bagaimana potensi dan pemanfaatan energi listrik dari produksi bioetanol yang dihasilkan dari sampah makanan sebagai bahan bakar generator set ?
3. Bagaimana pemodelan proses yang dapat diterapkan dalam produksi bioetanol dengan memanfaatkan sampah makanan?
4. Bagaimana aspek ekonomi yang diterapkan dalam produksi bioetanol dengan memanfaatkan sampah makanan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

Hak cipta dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Menganalisis potensi bioetanol yang dapat dihasilkan berdasarkan potensi sampah makanan di Kota Pekanbaru.
2. Menganalisis potensi dan pemanfaatan energi listrik dari produksi bioetanol yang dihasilkan dari sampah makanan sebagai bahan bakar generator set.
3. Menghasilkan dan menganalisis pemodelan proses produksi bioetanol yang dapat direalisasikan.
4. Menganalisis aspek ekonomi berdasarkan pemodelan proses produksi bioetanol.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Sampah yang akan dimanfaatkan adalah sampah makanan yang berasal dari TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru.
2. Analisis teknis dan ekonomi berdasarkan potensi sampah makanan pada tahun 2020.
3. Pemodelan proses produksi bioetanol menggunakan perangkat lunak SuperPro Designer v9.0.
4. Analisis ekonomi berdasarkan aspek ekonomi dan aspek finansial dengan umur perancangan selama 20 tahun.
5. Pada penelitian ini hanya menggunakan *tool* yang disediakan oleh perangkat lunak SuperPro Designer v9.0 dan analisis mengacu pada komponen yang disediakan oleh perangkat lunak tersebut.
6. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan biaya konsultasi desainer.
7. Analisis bioetanol hanya dilakukan sebagai bahan bakar pada generator set.
8. Analisis potensi energi listrik dari bioetanol pada generator set tidak dilakukan melalui eksperimen (uji *performance* mesin) tetapi berdasarkan pendekatan literatur.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Memberikan rekomendasi kepada Pemerintah Kota Pekanbaru dalam pengolahan dan pengoptimalan pemanfaatan sampah makanan di Kota Pekanbaru.
2. Menghasilkan instalasi bioetanol yang memiliki nilai kelayakan teknis dan ekonomi.
3. Membantu program pemerintah dalam penyediaan BBN (Bahan Bakar Nabati) sebagai pengganti atau campuran dalam bensin.
4. Berkontribusi dalam pengembangan teknologi bioetanol dengan memanfaatkan sampah makanan sebagai bahan bakunya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.