

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan komoditas pertanian yang memiliki peranan terbesar dalam menyumbangkan devisa negara. Permintaan kelapa sawit global terus meningkat walaupun dalam kondisi adanya kampanye negatif (*black campaign*) terhadap produk minyak sawit atau CPO (*Crude Palm Oil*) maupun produk-produk turunannya. Indonesia memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan nilai tambah industri kelapa sawit melalui industri pengolahan turunan kelapa sawit, baik dilihat dari sisi permintaan pasar maupun penawarannya.

Pangsa pasar dan produktivitas minyak sawit mampu mengalahkan sumber minyak nabati lainnya, seperti minyak kedelai, bunga matahari, *rapeseed*, biji jarak, jagung, serta minyak kelapa. Ditjenbun (2022) menyatakan bahwa produksi kelapa sawit pada tahun 2020 sebesar 45,7 juta ton dan terus meningkat sampai tahun 2022 sebesar 48,2 juta ton dengan luas lahan pada tahun 2020 sebesar 14,6 juta Ha yang mengalami peningkatan pada tahun 2022 sebesar 15,4 juta Ha. Tanaman kelapa sawit memiliki produktivitas yang tinggi. Hal ini ditunjukkan dari data pada tahun 2020, tanaman kelapa sawit memiliki produktivitas sebesar 3,8 ton/Ha dan meningkat pada tahun 2022 menjadi 3,9 ton/Ha (Ditjenbun, 2022).

Keberlanjutan pembangunan pertanian nasional khususnya pada sektor perkebunan kelapa sawit diperkuat dengan terbitnya Peraturan Presiden Nomor 44 Tahun 2020 tentang Sistem Sertifikasi Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan Indonesia dan Permentan Nomor 38 tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Sertifikasi Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan Indonesia (*Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO)*). Sistem Sertifikasi *Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO)* bertujuan untuk meningkatkan daya saing minyak sawit Indonesia di pasar dunia, mengurangi gas rumah kaca, serta memberi perhatian terhadap masalah lingkungan dan juga sosial-ketenagakerjaan. Keberadaan sertifikasi berkelanjutan yang diakui di pasar dunia, berpotensi tidak hanya memperluas akses pasar tetapi juga meningkatkan harga minyak sawit bersertifikat ISPO. Sertifikasi ISPO tidak hanya menilai sektor hulu tetapi juga industri hilir untuk memastikan bahwa setiap produk yang dilengkapi dengan label bersertifikat ISPO telah dijamin memenuhi

indikator keberlanjutan di sepanjang rantai pasokan. Permentan No.3 Tahun 2022 menyatakan bahwa kegiatan pengembangan dan penelitian terutama pengolahan kelapa sawit perlu dilakukan untuk mendukung kebijakan ISPO (Kementerian Pertanian, 2022). Sistem sertifikasi ISPO merupakan instrumen untuk pembangunan perkebunan kelapa sawit secara berkelanjutan sebagai bagian dari pembangunan nasional di Indonesia.

Hilirisasi industri diharapkan tidak lagi mengekspor berupa bahan baku, tetapi sudah dalam bentuk produk turunan atau barang jadi sehingga dapat meningkatkan harga yang berujung pada peningkatan penerimaan devisa melalui ekspor. Hilirisasi kelapa sawit diolah menjadi produk-produk bernilai tambah lebih tinggi, baik untuk tujuan ekspor maupun untuk pengganti barang yang diimpor. Keberhasilan pembangunan industri nasional secara utuh memerlukan pola pikir jangka panjang melalui inovasi-inovasi produk olahan, proses produksi sampai ke tahap pemasaran. Total ekspor minyak kelapa sawit pada tahun 2020 tercatat sekitar 83% berupa produk olahan, dan hanya sekitar 17% yang diekspor dalam bentuk minyak mentah (CPO) (Kementerian Perindustrian RI, 2021).

Produk-produk olahan dari minyak sawit sangat beragam baik berupa produk pangan maupun non pangan. Salah satu produk non pangan yang dapat diperoleh dari minyak kelapa sawit adalah polioliol. Pada umumnya polioliol yang digunakan oleh industri berasal dari turunan minyak bumi. Minyak kelapa sawit dapat menggantikan peran polioliol minyak bumi melalui reaksi hidroksilasi, karena minyak kelapa sawit tidak memiliki gugus OH. Asam lemak tidak jenuh pada minyak kelapa sawit dapat dioksidasi dengan asam perasid menjadi polioliol. Polioliol merupakan bahan baku utama untuk mensintesis produk-produk poliuretan.

Poliuretan terbentuk dari reaksi polieter atau poliester yang memiliki gugus OH dengan isosianat yang memiliki gugus NCO membentuk ikatan uretan (Sarver & Kiran, 2021). Produk poliuretan yang beredar di pasaran bermacam-macam, seperti *coating*, busa, elastomer, dan *adhesives* (Wang *et al.*, 2021). Pangsa pasar terbesar dari produk poliuretan adalah busa poliuretan sebesar 65% (Uram *et al.*, 2021). Busa poliuretan terdiri dari tiga jenis yaitu busa poliuretan fleksibel, semi kaku, dan kaku. Jenis busa poliuretan ditentukan oleh komposisi segmen keras dan segmen lunak yang mempengaruhi sifat mekanisnya. Segmen keras secara fisik

memiliki ikatan silang yang berperan dalam memberikan sifat kaku pada busa, sedangkan segmen lunak memberikan sifat elastis pada busa. Permintaan terhadap busa poliuretan fleksibel semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri furnitur, karpet, kasur, konstruksi, pengemasan dan interior *automotive* karena memiliki densitas rendah, elastis dan kuat (Nabipour *et al.*, 2020; Choi & Kim, 2020; Jia *et al.*, 2022).

Poliol minyak kelapa sawit memiliki kelemahan yaitu memiliki bilangan hidroksil melebihi 100 mg KOH/g dan mengandung gugus OH sekunder yang lebih banyak dibandingkan gugus OH primer (Firdaus, 2014; Prociak *et al.*, 2018; Lyu *et al.*, 2022). Gugus OH sekunder kurang reaktif bereaksi dengan isosianat dibanding gugus OH primer dalam membentuk sifat elastis pada busa poliuretan fleksibel. Hal ini menyebabkan polioliol minyak kelapa sawit harus dicampur dengan polioliol petrokimia (polioliol dari turunan minyak bumi) minimal 80% untuk menghasilkan busa poliuretan fleksibel. Peningkatan gugus OH primer pada polioliol minyak kelapa sawit dapat menyeimbangkan terjadinya reaksi pembentukan gas CO₂ dan reaksi pembentukan ikatan silang uretan sehingga gas CO₂ dapat terperangkap di dalam dinding sel busa secara maksimal. Kondisi reaksi ini dapat menghasilkan busa poliuretan yang bersifat fleksibel dan mengembang (Ifa *et al.*, 2018).

Penggunaan polioliol minyak kelapa sawit sebagai bahan baku busa poliuretan fleksibel dapat ditingkatkan dengan mengendalikan reaksi hidroksilasi, seperti suhu, waktu reaksi, jenis pembuka cincin oksiran serta rasio volume minyak kelapa sawit teroksidasi dengan senyawa pembuka cincin (Pawlik & Prociak, 2012; Ifa *et al.*, 2018). Kondisi optimum reaksi pembukaan cincin oksiran menggunakan etilen glikol berlangsung pada suhu 120°C selama 1 jam untuk menghasilkan polioliol campuran minyak jarak dan CPO yang memiliki bilangan hidroksil 48,59 mg KOH/g (Abdullah, 2012). Nofiyanti & Mariam (2018) melakukan reaksi hidroksilasi pada suhu 40°C selama 1,5 jam untuk menghasilkan polioliol minyak goreng bekas, namun tidak dijelaskan nilai bilangan hidroksil biopolioliol dan jenis senyawa pembuka cincin yang digunakan. Gala (2011) menyatakan bahwa reaksi hidroksilasi optimum dilakukan pada suhu 50°C selama 2 jam dengan menggunakan senyawa pembuka cincin campuran metanol dan isopropanol (5:8) yang menghasilkan polioliol minyak kelapa sawit dengan bilangan hidroksil 161,18

mg KOH/g. Borowicz *et al.* (2020) melakukan reaksi hidroksilasi pada suhu 120 °C selama 4 jam dengan menggunakan senyawa pembuka cincin oksiran dietilen glikol untuk menghasilkan polioli minyak biji *mustard* yang memiliki bilangan hidroksil 294,62 mg KOH/g. Prociak *et al.* (2018), polioli minyak kelapa sawit dengan menggunakan air sebagai pembuka cincin oksiran memiliki bilangan hidroksil sebesar 102 mg KOH/g dan polioli minyak kelapa sawit dengan menggunakan dietilen glikol sebagai pembuka cincin oksiran memiliki bilangan hidroksil 128 mg KOH/g. Ifa *et al.* (2018) menggunakan campuran metanol dan isopropanol (8:3) sebagai pembuka cincin pada suhu reaksi 50°C selama 2 jam untuk menghasilkan polioli dari *Crude Palm Oil* (CPO) dengan bilangan hidroksil 34,7 mg KOH/g.

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa reaksi pembuka cincin oksiran sampai 110°C menghasilkan polioli dengan warna yang lebih gelap dan menimbulkan kerak yang berwarna hitam. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan suhu reaksi di bawah 100°C (50°C, 60°C, 70°C dan 80°C) dan waktu (1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam).

Zhou *et al.* (2017) menyatakan bahwa sifat fleksibel busa juga dipengaruhi oleh berat molekul polioli. Polioli yang memiliki rantai panjang akan memiliki berat molekul tinggi dan berperan dalam pembentukan segmen lunak dalam matriks poliuretan (Rao *et al.*, 2018). Berdasarkan penelitian pendahuluan polioli minyak kelapa sawit menghasilkan busa yang bersifat *collapse*, tidak empuk, tidak lentur, sangat rapuh, sangat sedikit berongga. Perbaikan sifat mekanik (fleksibel dan kuat tarik) dari busa dapat dilakukan dengan menggunakan *chain extender*.

Xu *et al.* (2020) menjelaskan bahwa *chain extender* merupakan senyawa mempunyai berat molekul rendah, seperti glikol atau diamin. Zhang *et al.* (2019) menyatakan bahwa *chain extender* juga ada yang memiliki berat molekul tinggi seperti PEG-400 yang dapat menambah reaktivitas biopolioli dengan mengatur bilangan hidroksil, viskositas sistem polioli, dan meningkatkan homogenitas struktur busa. PEG-400 juga merupakan agen ikatan silang yang tidak beracun dan memiliki gugus hidroksil primer (Li *et al.*, 2022; Lee *et al.*, 2021).

PEG-400 memiliki wujud liquid sehingga mudah diaplikasikan ke dalam formula busa poliuretan. Gugus OH primer dari PEG-400 lebih reaktif terhadap

gugus isosianat TDI untuk membentuk ikatan uretan dalam menghasilkan busa poliuretan fleksibel (Rao *et al.*, 2018). Bayat & Khorasani (2021) menyatakan bahwa busa poliuretan fleksibel berbasis minyak kelapa sawit dan PEG harus mendapatkan perhatian karena dapat mengurangi penggunaan bahan beracun, biaya rendah dan banyak tersedia. Namun penggunaan PEG-400 secara berlebihan akan mengurangi pengembangan akibat ikatan silang yang terbentuk semakin kuat sehingga CO₂ yang berdifusi masuk ke dalam sel tidak mampu menambah ukuran sel (Ifa *et al.*, 2018). Selain itu penggunaan PEG-400 secara berlebihan juga dapat menurunkan sifat mekanik busa. Jadi perlu keseimbangan antara pembentukan gas dan pembentukan ikatan uretan pada struktur busa poliuretan fleksibel. Penggunaan *chain extender* dalam proses sintesis busa poliuretan fleksibel memiliki batas optimal. Jika penggunaan *chain extender* melebihi jumlah optimalnya dapat mempengaruhi sifat fleksibel, pengembangan dan densitas busa.

Alternatif lain untuk meningkatkan reaktivitas sistem polioliol adalah mencampurkan biopolioliol dengan polioliol komersial. Pencampuran polioliol minyak kelapa sawit dan polioliol komersial (polioliol petrokimia) sebesar 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, dan 50%:50% diharapkan dapat memaksimalkan penggunaan minyak kelapa sawit sebagai sumber polioliol yang bisa menghasilkan busa poliuretan fleksibel dengan sifat mekanis yang lebih baik. Sifat mekanis busa berkaitan dengan densitas, pengembangan, dan struktur selular busa.

Bilangan hidroksil polioliol minyak kelapa sawit yang cukup tinggi menyebabkan polioliol tersebut belum bisa digunakan dalam jumlah yang lebih besar dari 50%. Oleh karena itu telah dilakukan penelitian tentang “Pengembangan Potensi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sebagai Bahan Baku Industri Busa Poliuretan Fleksibel”. Penelitian ini semakin menarik untuk dipelajari agar diperoleh polioliol yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, lebih ramah lingkungan, hemat energi, dan dapat menggantikan fungsi polioliol minyak bumi lebih dari 50% (Huo *et al.*, 2019; Ghasemlou *et al.*, 2019; Kurańska *et al.*, 2019).

B. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa suhu dan waktu reaksi hidroksilasi dari minyak kelapa sawit teroksidasi terbaik agar dapat menghasilkan biopoliol sebagai pengganti polioliol minyak bumi untuk mensintesis busa poliuretan fleksibel ?
2. Apa jenis senyawa pembuka cincin oksiran dan rasio volume minyak kelapa sawit teroksidasi dengan pembuka cincin oksiran terbaik agar dapat menghasilkan biopoliol sebagai bahan baku busa poliuretan fleksibel
3. Apa jenis *chain extender* dan berapa rasio polioliol minyak kelapa sawit dengan *chain extender* yang tepat untuk menghasilkan busa poliuretan fleksibel dengan karakteristik yang terbaik ?
4. Berapa rasio polioliol minyak kelapa sawit dan polioliol komersial untuk menghasilkan busa poliuretan fleksibel dengan karakteristik terbaik ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah:

1. Mendapatkan kombinasi suhu dan waktu reaksi hidroksilasi dari minyak kelapa sawit teroksidasi terbaik agar dapat menghasilkan biopoliol sebagai pengganti polioliol minyak bumi untuk mensintesis busa poliuretan fleksibel
2. Mendapatkan kombinasi jenis senyawa pembuka cincin oksiran dan rasio volume minyak kelapa sawit teroksidasi dengan pembuka cincin oksiran terbaik agar dapat menghasilkan biopoliol sebagai bahan baku busa poliuretan fleksibel
3. Mendapatkan kombinasi jenis *chain extender* dan rasio minyak kelapa sawit dengan *chain extender* yang tepat untuk menghasilkan busa poliuretan fleksibel dengan karakteristik terbaik
4. Mendapatkan rasio biopolioliol minyak kelapa sawit dengan polioliol komersial untuk menghasilkan busa poliuretan fleksibel dengan karakteristik terbaik

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan nilai tambah kelapa sawit dengan mengolahnya menjadi busa poliuretan fleksibel

2. Memberikan sumbangan pemikiran bagi dunia ilmu pengetahuan mengenai pengolahan minyak kelapa sawit menjadi busa poliuretan fleksibel
3. Meningkatkan keanekaragaman produk olahan dari kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)
4. Menjaga kelestarian sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dengan mengurangi penggunaan polioliol dari turunan minyak bumi
5. Menjamin keberlanjutan ketersediaan polioliol sebagai bahan baku busa poliuretan fleksibel untuk memenuhi kebutuhan industri furnitur, interior *automotive*, kasur, bantal, pelapis karpet, dan konstruksi.

E. Novelty

Kelapa sawit berpotensi dijadikan biopolioliol sebagai bahan baku busa poliuretan fleksibel yang ramah lingkungan.

