

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini, sebagian besar bahan baku yang digunakan untuk kemasan berbasis minyak bumi, seperti polietilen dan polistirena. Salah satu kemasan yang banyak digunakan dalam pengemasan pangan adalah *expanded polystyrene* (EPS). EPS diklasifikasikan sebagai bahan plastik *non-biodegradable* secara kimia dan sebagian besar digunakan sebagai kemasan makanan, terutama untuk produk yang mudah rusak seperti sayuran, buah-buahan, dan keju (Mello dan Mali, 2014).

Kemasan EPS ini biasanya digunakan dalam bentuk nampan untuk menyimpan makanan dan juga dalam bentuk gelas karena kekuatannya yang tinggi, densitas yang rendah, kepadatan rendah, tahan air yang tinggi, dan biaya produksi yang rendah; namun, bahan pengemasan ini berbasis minyak bumi yang merupakan energi yang tidak terbarukan. Selain itu, kemasan EPS merupakan masalah ekologis bagi lingkungan karena sulit untuk diuraikan (Chiellini, Cinelli, Ilieva, Imam, dan Lawton, 2009). Penggunaan polimer biodegradable yang dihasilkan dari sumber terbarukan sebagai pengganti EPS tampaknya menjadi alternatif yang sangat baik yang akan mengurangi efek negatif terhadap lingkungan.

Saat ini telah dilakukan upaya pengembangan produk *biofoam* atau *biodegradable foam* dengan menggunakan polimer berupa pati yang berasal dari bahan alami sehingga lebih aman dan tidak mencemari lingkungan (Qiu, Zhang, Ron, Wu, dan Karger-kocsis, 2013). Pati adalah alternatif bahan baku yang potensial untuk kemasan karena merupakan polimer yang dapat terurai secara hayati dengan biaya rendah dari sumber yang terbarukan dan ketersediaannya melimpah (Iriani, 2013). Polimer pati yang terpapar efek proses termal dapat menyebabkan pembentukan fragmen dan lebih mudah terhidrolisis dalam biodegradasi. Pati mampu membentuk busa dengan proses yang terdiri dari pembengkakan, gelatinisasi, dan pembangunan jaringan dengan proses pemanasan pada suhu, waktu, dan tekanan tertentu (*thermopressing*) (Iriani, 2013).

Indonesia dikenal memiliki keanekaragaman sumber daya alam terbarukan yang tinggi. Singkong atau ubi kayu adalah tanaman umbi-umbian yang diklasifikasikan sebagai tanaman pati paling berlimpah kelima yang diproduksi di dunia dan sumber makanan terpenting ketiga bagi penduduk daerah tropis. Pati yang di ekstrak dari singkong diubah menjadi tepung pati yang biasa disebut dengan tapioka. Tapioka atau tepung kanji memiliki harga yang lebih murah bila dibandingkan dengan sumber pati lainnya. Tapioka memiliki kadar protein, kadar lemak, serta amilosa yang lebih rendah dibandingkan jenis pati lainnya (Bergeret dan Benezet, 2011). Kondisi tersebut akan berpengaruh terhadap proses gelatinisasi maupun proses ekspansinya. Tapioka juga memiliki suhu gelatinisasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumber pati lainnya. Selain itu, tapioka juga menghasilkan pasta yang jernih bila dipanaskan pada jumlah air berlebih. Semua kelebihan tersebut mendorong peneliti untuk menggunakan tapioka sebagai bahan baku pembuatan kemasan biodegradable foam (Iriani, 2013; Etikaningrum, 2017; Narkchamnan dan Sakdaronnarong, 2013; Chiellini *et al.*, 2009; Kaisangsri *et al.*, 2011; Sanhawong *et al.*, 2017). Berdasarkan sifat pati dalam membentuk busa tersebut dapat dihasilkan kemasan pangan berbentuk busa seperti EPS. Namun, bahan yang diproduksi secara eksklusif dari pati memiliki masalah pada karakteristiknya yang masih kurang memuaskan dengan sifat mekanik yang buruk dan sensitif terhadap air. Hal ini disebabkan oleh sifat pati yang rapuh dan hidrofilik terhadap air, sehingga diperlukan pengembangan pada pembuatan *biofoam* dengan menambahkan bahan lain untuk meningkatkan sifat fisikokimia *biofoam* (Sanhawong *et al.*, 2017).

Salah satu komposit yang digunakan dalam memperbaiki karakteristik dari pati pada pembuatan *biofoam* adalah dengan penambahan serat. Kaisangsri *et al.* (2011) menambahkan serat kraft hingga 30% dan kitosan 4% pada *biofoam* berbahan baku tapioka memiliki sifat yang mirip dengan busa polystyrene dengan kekuatan tarik dan pemanjangan sebesar 944,40 kPa dan 2,43%. Kemudian pada percobaan Rodrigues *et al.* (2020) dengan bahan baku pati dari kentang hasil samping industri dan penguat serat gandum didapatkan peningkatan karakteristik *biofoam* dengan densitas 1,07 g/cm³, kuat tarik 0,42 MPa, dan dapat terdegradasi secara sempurna selama 20 hari pada setiap perlakuannya.

Salah satu sumber serat yang dapat digunakan dalam pembuatan *biofoam* berbahan baku pati tapioka ini adalah serat batang kelapa sawit (BKS) atau *Oil Palm Trunk* (OPT). Pemilihan bahan baku ini berdasarkan komposisi dari limbah batang kelapa sawit yang merupakan bahan lignoselulosa yang terdiri dari serbuk kayu 72,57%, kulit kayu 27,42% (Azemi *et al.*, 1999). Lamaming *et al.* (2015) melakukan sintesis dari serat batang kelapa sawit dengan mendapatkan kandungan holoselulosa 81,36%, α selulosa 51,75%, dan pati 16,5%. Selain besarnya kandungan serat tersebut, ketersediaannya juga sangat besar berdasarkan perkembangan kelapa sawit yang mengalami peningkatan setiap tahunnya, khususnya di Indonesia. Hal tersebut dapat dilihat dari luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia yang mencapai luas 14,3 juta Ha (Ditjenbun, 2018).

Luasnya lahan kelapa sawit ini harus dikendalikan dengan baik agar tanaman dapat menghasilkan hasil yang optimal, salah satu cara pengendalian terhadap produktivitas tanaman ini adalah melakukan penanaman kembali atau peremajaan (*replanting*) pada tanaman yang sudah mati maupun tanaman yang sudah tidak produktif lagi. Tanaman kelapa sawit masih menghasilkan hingga umur 32 tahun, akan tetapi dengan mempertimbangkan segi ekonomis kelapa sawit yang sudah masuk kategori *replanting* pada umur 20–25 tahun dikarenakan kelapa sawit pada usia tersebut sudah dikategorikan tanaman tidak menghasilkan (TTM) (Ismail and Mamat, 2002). Berdasarkan data Ditjenbun (2018) diperkirakan tanaman kelapa sawit dengan kriteria TTM yang akan dilakukan *replanting* adalah seluas 172.549 Ha. Proses *replanting* ini akan menghasilkan limbah perkebunan berupa batang dan pelepah kelapa sawit. (Hambali and Rivai, 2017)

Biofoam dari bahan baku pati jika diamati menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) memiliki struktur bagian dalam berbentuk rongga besar dengan sel yang terbuka yang merupakan jalan keluar dari uap panas yang bertekanan tinggi (Shogren, 1996). Bagian dalam yang berongga ini menyebabkan *biofoam* memiliki karakteristik mekanis yang rendah dan daya serap air yang tinggi, sehingga *biofoam* menjadi rapuh dan mudah hancur. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bermaksud memperbaiki karakteristik tersebut dengan menambahkan *reinforcement* berupa serat batang kelapa sawit pada bahan baku

pembuatan *biofoam*, sehingga dapat mengisi bagian berongga pada bagian dalam *biofoam* dan dapat memperbaiki sifat mekanisnya.

Daya serap air umumnya dipengaruhi oleh komposisi bahan baku, kristalinitas, serta mikrostruktur *biofoam* tersebut. Perbedaan mikrostruktur sendiri dipengaruhi oleh kemampuan *biofoam* untuk melakukan ekspansi yang berpengaruh pada ketebalan dinding sel dan ukuran selnya (Bergeret dan Benezet, 2011). Pentingnya komposisi bahan, mikrostruktur *biofoam*, dan indeks kristalinitas pada karakteristik *biofoam*, maka diperlukan modifikasi pada serat OPT yang akan digunakan sebagai *reinforcement* pada komposit pati tapioka. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi serat OPT menggunakan metode hidrolisis asam menjadi serat yang lebih murni dengan ukuran mikro dan nano dengan kristalinitas yang lebih ditingkatkan berupa selulosa nanokristalin atau *cellulose nanocrystalline* (CNC). Perlakuan dengan penambahan *reinforcement* selulosa maupun nanoselulosa mikrokristalin OPT ini diharapkan dapat meningkatkan sifat fisik, sifat mekanis, mengurangi daya serap air, dan kompabilitas antar adonan.

Selain penambahan mikro selulosa maupun CNC pada *biofoam* tapioka, bahan tambahan lain yang ditambahkan pada adonan adalah polivinil alkohol (PVOH) dan gliserol. PVOH adalah polimer sintesis yang sangat cocok untuk formulasi campuran dengan polimer alami, penambahan PVOH ini bertujuan untuk meningkatkan resistensi bahan pati terhadap kontak langsung terhadap air (Debiagi *et al.*, 2014). Sedangkan penambahan gliserol sebagai *plastisizer* dapat meningkatkan kelenturan *biofoam* sehingga tidak mudah patah (Iriani, 2013).

Dengan demikian, penelitian ini bermaksud memanfaatkan limbah batang kelapa sawit menjadi mikro selulosa dan selulosa nanokristalin dan diaplikasikan sebagai *reinforcement* untuk memperbaiki karakteristik dari *biofoam*. Produk *biofoam* yang dibuat pada penelitian ini berbentuk lembaran dengan menggunakan teknologi thermopressing. Adapun aplikasi dari produk yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengemas produk segar maupun produk olahan. Pemanfaatan limbah batang kelapa sawit ini, secara tidak langsung dapat mengurangi pembakaran lahan dan peninggalan

batang kelapa sawit pada perkebunan yang menyebabkan kerugian bagi lahan perkebunan kelapa sawit.

B. Rumusan Masalah

Penggunaan *styrofoam* sebagai kemasan pangan perlu diwaspadai baik dalam aspek kesehatan maupun aspek biodegradasi terhadap lingkungan, sehingga diperlukan alternatif *biofoam* dari bahan alami yang ramah terhadap lingkungan. *Biofoam* yang berasal dari pati tapioka berpotensi untuk dikembangkan karena ketersediaannya yang melimpah. Biokomposit *biofoam* berbahan pati masih memiliki beberapa kelemahan yaitu pada sifat mekaniknya, sehingga diperlukan penambahan *reinforcement* sebagai penguat agar sifat mekanis dan hidrofilik dari *biofoam* dapat ditingkatkan dengan biokomposit antara polimer pati tapioka dan *reinforcement* serat batang kelapa sawit. Batang kelapa sawit memiliki kandungan selulosa dan kekuatan tarik yang tinggi (Lamaming *et al.*, 2014). Selain itu, pada pembuatan *biofoam* juga ditambahkan polivinil alkohol (PVOH), menurut Debiagi, Marim, dan Mali (2015) penambahan PVOH pada pembuatan *biofoam* dari pati singkong dapat menurunkan densitas, meningkatkan ketebalan *biofoam*, dan menurunkan kapasitas penyerapan air terhadap *biofoam*. Sehubungan dengan hal tersebut, maka permasalahan yang akan dikaji adalah menentukan proses sintesis serat batang kelapa sawit menjadi mikro selulosa dan selulosa nanokristalin, serta mengkaji karakteristiknya dan menentukan komposisi *biofoam* terbaik dari pati tapioka dan mikro selulosa maupun selulosa nanokristalin dan mengkaji karakteristik *biofoam* agar didapatkan *biofoam* dengan karakteristik yang baik.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk memanfaatkan limbah batang kelapa sawit hasil *replanting* sebagai *reinforcement* pada pembuatan *biofoam* yang ramah lingkungan dengan polimer pati tapioka, sehingga menghasilkan karakteristik fisik, mekanis, dan tingkat biodegradabilitas *biofoam* terbaik. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap dengan tujuan yaitu:

1. Mengetahui proses sintesis serat batang kelapa sawit secara bertahap dari raw material hingga menjadi selulosa nanokristalin.
2. Mengetahui karakteristik setiap tahapan perlakuan dari proses sintesis selulosa nanokristalin.
3. Mendapatkan komposisi terbaik dari *biofoam* pati tapioka dengan penambahan serat dari batang kelapa sawit
4. Mengetahui pengaruh penambahan *reinforcement* D-eMC dan CNC terhadap karakteristik sifat fisik, mekanis, morfologis, dan tingkat biodegradabilitas dari *biofoam*.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai salah satu sumber informasi tentang karakteristik dari sintesis selulosa hingga selulosa nanokristalin dari batang kelapa sawit, pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi biokomposit, serta dapat diaplikasikan dalam bidang komposit kemasan pangan maupun aplikasi komposit lainnya. Diharapkan dengan pemanfaatan selulosa dari batang kelapa sawit sebagai *reinforcement* pada produk kemasan pangan ini dapat meningkatkan sifat fisik, mekanis, dan mengkaji laju biodegradabilitas pada pembuatan *biofoam*, sehingga didapatkan produk yang dapat dijadikan kemasan makanan yang layak diproduksi. Selain itu, diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan nilai ekonomis pada batang kelapa sawit, sehingga secara tidak langsung dapat mengurangi pembakaran lahan maupun meninggalkan batang kelapa sawit hingga membusuk di kebun yang menyebabkan banyak kerugian pada lahan perkebunan tersebut.