

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Selulosa merupakan polimer yang paling berlimpah di alam, material terbarukan, dapat didegradasi, biokompatibel, murah dan tidak beracun. Selulosa dapat dihasilkan dari tumbuhan dan beberapa jenis bakteri. Pada tumbuhan, selulosa merupakan penyusun dari dinding sel dan merupakan komponen utama kayu yang terikat dalam hemiselulosa, lignin dan pektin. Tergantung pada sumber tumbuhan, untuk memperoleh selulosa harus dilakukan beberapa perlakuan untuk mengekstraksi selulosa keluar dari dinding sel. Menurut Dufresne (2013) dan Li, Wei, Wang, Chen, Chang, Kong dan Su (2012) pemurnian selulosa dari tumbuhan dapat dilakukan dengan perlakuan kimia yang terdiri dari ekstraksi alkali dan pemutihan/ *bleaching*. Tidak seperti selulosa dari tumbuhan, Krystynowicz dan Bieleck (2001) menyatakan bahwa selulosa bakteri atau *bacterial cellulose* (BC) dapat dihasilkan oleh bakteri (*Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Rhizobium*, *Sarcina*) melalui proses fermentasi pada kondisi lingkungan yang tepat.

BC memiliki beberapa keunggulan dibandingkan selulosa dari tumbuhan (kayu atau non kayu), antara lain memiliki kemurnian yang tinggi, porositas tinggi, biokompatibilitas, nontoksik, nonalergenik, dan dapat mengurangi eksploitasi hutan untuk memenuhi kebutuhan selulosa industri (Vasconcelos, Andrade, Portela, Saraiva, Andrade, Souza dan Rosa, 2017). BC memiliki kekuatan mekanik dan struktur fisik yang lebih baik (Nakagaito, Iwamoto dan Yono, 2005), memiliki kandungan air dan kristalinitas yang tinggi (Klemm, Schumann, Udhardt dan Marsch, 2001) dan memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi (Fu, Zhang dan Yang, 2013; Numata, Sakata, Furukawa dan Tajima, 2015; Jozala, Lencastre, Lopez, Carvalho, Mazzola, Pessoa dan Chaud, 2016).

Salah satu media yang dapat digunakan untuk memproduksi BC adalah dari media limbah cair (*whey*) industri tahu. *Whey* masih mengandung bahan-bahan organik berupa protein, nitrogen, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral (Husin, 2008) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai media perkembangan

Acetobacterxylinum untuk menghasilkan selulosa, yang disebut *natadesoya*. Menurut Misgiyarta (2018), untuk mendapatkan lapisannata yang tidak rapuh dan berongga-rongga, maka perlu ditambahkan media air kelapa dalam produksi *natadesoya*. Pemanfaatan *whey* dan air kelapa sebagai media pembuatan nata, disamping menangani permasalahan limbah, juga dapat meminimalisir biaya dalam produksi selulosa.

Selulosa telah dimanfaatkan sejak dahulu hingga sekarang dan terus dikembangkan sampai saat ini karena pesatnya perkembangan industri dan tingginya permintaan selulosa. Dengan berkembangnya nanoteknologi dewasa ini, selulosa pun menjadi salah satu objek penelitian dengan mensintesisnya menjadi nanoselulosa. Dengan diameter berukuran nano, selulosa akan memiliki sifat-sifat yang menarik seperti kekuatan yang tinggi, besarnya luas permukaan, dan banyaknya gugus hidroksil pada permukaan struktur nanoselulosa (Phanthong, Reubroycharoen, Hao, dan Xu 2018). Keunggulan nanoselulosa tersebut, telah menarik perhatian peneliti untuk mengaplikasikannya pada berbagai bidang seperti produk biomedis, tekstil, bahan nanokomposit serta sebagai penguat pada suatu komposit. Dengan menambahkan penguat berukuran nano dalam jumlah kecil, akan menghasilkan nanokomposit dengan karakteristik lebih unggul yang tidak dimiliki baik oleh material matriks maupun penguatnya (Gacitua, Ballerini dan Zhang, 2005; Ioelovich, 2012). Salah satu aplikasinya yaitu pada komposit polimer superabsorban/*Superabsorbent Polymer (SAP)*.

SAP merupakan material hidrofilik yang memiliki kapasitas tinggi menyerap air dalam jumlah besar, mengembang dan mempertahankannya hingga ratusan bahkan ribuan kali berat awalnya (Elliott, 2004). SAP memiliki kemampuan menyerap air dan larutan aqueous dengan sangat tinggi hingga 1.000 – 100.000% (10 – 1000 g/g) (Zohuriaan dan Kabiri, 2008). SAP saat ini banyak digunakan di bidang pertanian dan hortikultura sebagai media tanam dan media untuk meningkatkan porositas tanah, sebagai penyerap urin pada popok bayi sekali pakai, penyerap darah pada pembalut wanita, plester pembalut luka (*wound dressing*), pencegah kebocoran dinding atau atap di bidang konstruksi (Ma, Li dan Bao, 2015). Zohuriaan *et al.* (2008)

juga menambahkan SAP dapat digunakan sebagai sebagai lensa kontak, sebagai *scaffold* pada *tissueengineering* untuk memperbaiki jaringan tubuh manusia dan sebagai biosensor pada *drugdeliverysystem*, karena SAP memiliki sifat yang responsif terhadap molekul tertentu seperti glukosa atau antigen.

Selama ini SAP secara komersial berasal dari polimer sintetik yang disintesis melalui beberapa teknik salah satunya teknik pencangkokan (*grafting*) menggunakan monomer, inisiator dan *crosslinker*(pengikat silang). Asam akrilat/akrilamida (polimer sintetik) digunakan sebagai monomer, garam persulfat (K^+ , Na^+ , NH_4^+) sebagai inisiator (Kurniadi, 2010). Trimetil propane triakrilat, 1,4-butadienol dimetakrilat dan N,N-metilenabisakrilamida (MBA) sebagai *crosslinker*(Swantomo, Megasari dan Saptaaji, 2008).

Polimer sintetik terutama asam akrilat maupun akrilamida (monomer) merupakan material utama penyusun SAP karena memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat diproduksi secara massal, masa pakai lama, kapasitas absorpsi terhadap air yang tinggi dan tingginya kekuatan gel yang dihasilkan(Gao, 2003). Dibalik keunggulan tersebut pada dasawarsa terakhir diketahui, penggunaan polimer sintesis memiliki dampak yang tidak baik terhadap lingkungan, akibat pembuangan limbah polimer sintetik yang sulit terdegradasi dan Kirk dan Othmer(1979)menambahkan bahan bakunya berasal dari propilen yang tidak terbarukan.

Pendekatan yang dapat dilakukan dalam mengatasi permasalahan tersebut salah satunya adalah dengan mengganti sebagian polimer sintetik dengan polimer alam dalam pembuatan SAP. Disamping *biodegradable*, polimer alamjugakompatibel dengan organisme hidup (*biocompatible*), terbarukan(*renewable*) dan aman (*nontoxic*). Penelitian tentang penggunaan polimer alam pada sintesis SAP telah dilakukan dengan basis pati, kitosan, selulosa dan turunannya, akan tetapi, komposit SAP yang dihasilkan diketahui kurang stabil terhadap perubahan pH, suhu dan sifat fisik yang kurang baik, serta memiliki kekurangan dalam ketahanan mekanik dan termal (Hosseinzadeh, Sadeghzadeh dan Babazadeh, 2011). Dengan menambahkan *filler* yang bersifat memperkuatberukuran nano pada komposit polimer SAP berbasis polimer alam, diharapkan dapat memperbaiki kekurangan tersebut.

Penelitian terdahulu yang menggunakan polimer alam sebagai basis pada sintesis SAP dan diperkuat dengan material berukuran nano telah dilakukan (Zhou, Fu, Zhang dan Zhan, 2013) yaitu SAP dengan basis *carboxymethyl cellulose* (CMC) diperkuat *carboxylated cellulose nanofibrils* (CCNFs) yang disintesis dari selulosa mikrokristalin, kapasitas absorpsi meningkat dari 245,8 g/g menjadi 458,7 g/g dengan adanya penambahan CCNFs sebesar 2,5% berat total. Disamping itu, Zhou juga menambahkan meningkatnya jumlah CCNFs hingga 2,5% dapat meningkatkan penyerapan air, kemampuan pengembangan, kapasitas retensi air dan sifat tahan terhadap garam. Spagnol, Rodrigues, Pereira, Fajardo, Rubira dan Muniz (2012a) menggunakan basis pati singkong diperkuat dengan *cellulose nanowhisker* (CNW) yang disintesis dari serat kapas, kapasitas absorpsi meningkat dari 305 ± 11 g/g menjadi 481 ± 14 g/g dengan penambahan CNW sebesar 10%. Mudiyansele, Ching, Chuah, Singh dan Lin, (2017) menggunakan basis kitosan diperkuat dengan *cellulose nanocrystal* (CNC) yang disintesis dari mikrokristalin, kekuatan mekanik dan sensitifitas terhadap pH meningkat setelah diperkuat dengan CNCs sampai 2,5%. Spagnol, Rodrigues, Pereira, Fajardo, Rubira, Muniz (2012b) menggunakan basis kitosan diperkuat dengan *cellulose nanofibril* (CNF) yang disintesis dari serat kapas, kapasitas absorpsi meningkat dari 381 ± 10 g/g menjadi 486 ± 12 g/g dengan penambahan CNF sebesar 10%.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan keunggulan-keunggulan yang dimiliki BC yang disintesis dari limbah cair tahu sebagai penguat/*reinforcement* pada pengembangan nanokomposit SAP berbasis polimer alam. Penggunaan BC dalam penelitian ini terlebih dahulu disintesis menjadi nanoselulosa bakteri (*bacterial nanocellulose*/ BNC). Metode sintesis nanoselulosa yang digunakan yaitu metode kimia dengan hidrolisis asam kuat (H_2SO_4) dan asam lemah (H_3PO_4) yang masing-masingnya dilanjutkan dengan metode mekanik (ultrasonikasi).

Polimer alam yang digunakan sebagai basis nanokomposit SAP pada penelitian ini adalah pati singkong, karena memiliki harga yang jauh lebih rendah daripada polimer sintetik (asam akrilat) dan mudah untuk dibudidayakan. Disamping

itu, produktivitas singkong di Indonesia termasuk paling besar dibandingkan dengan tanaman umbi lainnya. Selain itu, Indonesia pada tahun 2011 sempat tercatat sebagai negara terbesar ketiga pengekspor singkong dunia setelah Nigeria dan Thailand, namun beberapa tahun belakangan ini, tercatat sebagai negara pengimpor pati singkong dari Tiongkok, Italia, Vietnam, dan Thailand karena meningkatnya permintaan industri pangan dan non pangan dalam negeri dan kurangnya kontrol pemerintah dalam *supply* dan *demand*. Kondisi ini, tentu menjadi tantangan tersendiri bagi Pemerintah untuk meningkatkan produksi singkong Indonesia dengan mendorong berkembangnya sektor pertanian karena didukung oleh sumber daya alam yang relevan. Ditambah lagi berkembang pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi nanomaterial yang menggunakan pati singkong sebagai bahan baku.

B. Masalah Penelitian

Polimer superabsorban (*superabsorbentpolymer/ SAP*) komersial merupakan polimer sintetik (asam akrilat) yang sulit terdegradasi sehingga penggunaan produk ini dalam jangka panjang dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Untuk mengurangi dampak dari SAP yang disintesis dari polimer sintetik tersebut maka asam akrilat dapat digantikan sebagian oleh pati singkong karena keduanya memiliki sifat kimia yang sama yaitu hidrofilik dan afinitas yang tinggi terhadap air. Akan tetapi komposit SAP berbasis pati ini secara umum memiliki ketahanan mekanik dan termal yang rendah (Hooseinzadeh, 2011). Oleh karena itu, diperlukan suatu *reinforcement* salah satunya dari *BacterialCellulose(BC)* yang disintesis dari limbah cair tahu dan diperkecil ukurannya menjadi nanometer (*BacterialNanocellulose/ BNC*) dengan harapan dapat menghasilkan nanokomposit SAP dengan karakteristik yang lebih baik.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruhperbedaanjumlah mediadalam memperoleh BC

2. Mengetahui pengaruh perbedaan metode pengeringan dalam memperoleh BC kering
3. Mengetahui pengaruh perbedaan jenis asam yang digunakan dalam memperoleh BNC
4. Mengetahui interaksi antara rasio pati dengan asam akrilat dan lamanya *grafting* yang digunakan dalam sintesis komposit SAP.
5. Mengetahui interaksi antara jenis BNC dan jumlah penambahan BNC yang digunakan dalam sintesis nanokomposit SAP
6. Mengetahui aplikasi yang sesuai untuk produk nanokomposit SAP yang dihasilkan.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alternatif pemanfaatan limbah cair industri tahu sehingga meningkatkan pendapatan masyarakat secara ekonomi.
2. Menjadi referensi di dunia industri nanomaterial Indonesia dalam sintesis SAP berbahan polimer alam yang murah dan ramah lingkungan.
3. Diharapkan dapat dikembangkannya industri SAP dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor.