

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pati adalah salah satu biopolimer yang cukup melimpah di alam. Pati diisolasi dari tumbuhan dalam bentuk butiran skala mikro (2–100 μm) tergantung jenisnya. Pati merupakan biopolimer alami yang dapat diperbaharui, tidak toksik, edibel dan merupakan bahan murah dan mudah diperoleh. Pati dan produk turunannya banyak digunakan di berbagai jenis industri baik di industri pangan maupun industri non pangan. Di dalam industri non pangan, pati banyak digunakan dalam industri tekstil, kosmetik, farmasi, dan kertas (Satin, 2000) termasuk diaplikasikan pada pembuatan bioplastik.

Indonesia memiliki banyak jenis pati yang potensial untuk diproses menjadi bahan baku industri seperti pati sagu dan pati tapioka. Menurut Kementerian Pertanian (Kementan), produksi sagu Tanah Air pada 2021 diperkirakan mencapai 381.065 ton. Jumlah ini naik sebesar 4,2% dari tahun sebelumnya yang sebesar 365.665 ton. Dilihat dari luas areal, pada 2021 areal sagu nasional seluas 206.150 ha, luasnya bertambah dari tahun sebelumnya yang sebesar 200.518 ha. Luas areal perkebunan sagu nasional didominasi oleh perkebunan rakyat, yakni 205.462 ha pada 2021. Berdasarkan provinsi, Riau merupakan provinsi yang paling banyak memproduksi sagu, yakni 261,7 ribu ton pada 2020. Selain itu, wilayah lain yang banyak memproduksi sagu, yaitu Papua sebesar 67,9 ribu ton, Maluku sebesar 10,04 ribu ton, dan Kalimantan Selatan sebesar 3,6 ribu ton. Indonesia memiliki potensi lahan sagu mencapai 5,5 juta ha. Indonesia memiliki luas lahan sagu terbesar di dunia. Namun pemanfaatannya baru mencapai 5%. Dengan demikian, potensi pengembangan sagu terus diperluas hingga ke seluruh wilayah Indonesia (Momon, 2020).

Sagu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan bahan baku industri. Selama ini sagu digunakan sebagai produk pangan (sumber karbohidrat) yang kurang diminati oleh masyarakat karena teksturnya yang lengket. Oleh sebab itu perlu dipikirkan untuk memanfaatkan potensi yang ada untuk keperluan lain

seperti memenuhi kebutuhan industri non-pangan. Teknologi penyediaan pati sagu sebagai bahan baku industri juga harus disiapkan.

Pati alami memiliki kelemahan sebagai bahan baku industri yaitu karakteristiknya tidak sesuai dengan kebutuhan industri. Salah satu upaya meningkatkan nilai tambah pati sagu adalah memodifikasinya dalam bentuk nanopartikel pati. Teknologi nanopartikel akan memperbaiki karakteristik pati sehingga memiliki viskositas suspensi rendah pada konsentrasi yang relatif tinggi, dan mempunyai kekuatan pengikatan yang tinggi karena luas permukaan aktif yang besar. Penelitian terbaru melaporkan bahwa produksi nanopartikel pati telah dapat dilakukan.

Teknologi produksi nanopartikel sudah cukup berkembang, akan tetapi masih sedikit yang dikomersialkan. Produk komersial pati nanokristal antara lain *Ecosphere* yang digunakan sebagai bahan penguat polimer. Nanopartikel pati yang banyak digunakan dalam sistem pengantaran obat atau *nanocarrier* adalah siklodekstrin. Penelitian mengenai nanopartikel berbasis pati masih terbuka antara lain untuk mengeksplorasi jenis pati yang sesuai untuk dibuat nanopartikel termasuk metode preparasinya. Penguasaan nanoteknologi akan memungkinkan berbagai penemuan baru yang akan memberikan nilai tambah terhadap suatu produk, bahkan menciptakan nilai bagi suatu produk.

Nanoteknologi dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan material, sistem dan proses yang dioperasikan pada skala 1-1000 nm (Jain, 2008). Dalam periode tahun 2010 sampai 2020 telah terjadi percepatan luar biasa dalam penerapan nanoteknologi di dunia industri dan ini menandakan bahwa sekarang ini dunia sedang mengarah pada revolusi nanoteknologi. Nanoteknologi menawarkan berbagai peluang untuk pengembangan produk inovatif dan aplikatif untuk berbagai bidang seperti kemasan, biomedik, elektronik, optik maupun pertanian.

Ukuran partikel yang kecil tersebut menghasilkan sifat fisikokimia baru, seperti luas permukaan, reaktivitas dan warna, yang sangat berbeda dibandingkan material pada ukuran konvensional (Pérez-Esteve, et al, 2013). Sifat baru yang unik akan muncul jika materi tersebut pada skala nano akibat perubahan sifat fungsional bahan, terkait dengan perubahan sifat dispersinya. Sifat-sifat baru

tersebut tidak dijumpai pada material ukuran besar. Sifat baru dan unik tersebut membuka peluang yang besar bagi pengembangan aplikasi dan produk inovatif di berbagai bidang karena dapat menghemat bahan baku, mempercepat dan mengefisienkan proses, serta meningkatkan presisi dan akurasi. Perubahan sifat fungsional nanopartikel dapat menciptakan produk yang berdaya saing.

Aplikasi nanopartikel pati atau nanokristal antara lain sebagai penguat atau pengisi polimer sintesis/plastik (Angellier, et al, 2005; Kristo & Biliaderis, 2007), bahan tambahan pangan, komposit biodegradable, dan pembawa/carrier obat (Simi & Abraham, 2007; Ortega et al, 2010; Saboktakin et al, 2007) dan pembawa bahan aktif pangan (Namazi & Dadkhah, 2011; Jafari, 2008). Menurut Chen et al, 2008 partikel nano mempunyai luas permukaan sangat besar sehingga membuat partikel berukuran nano lebih aktif. Selain itu dengan ukuran lebih kecil, efektivitas pengikatan bahan aktif juga lebih besar karena sisi aktifnya lebih banyak. Nanopartikel pati juga sangat potensial digunakan dalam industri kertas, sebagai *surface sizing*, *coating* atau perekat biodegradable.

Industri bioplastik merupakan solusi terhadap pemakaian plastik konvensional berbasis polimer sintesis yang tidak dapat terdegradasi sehingga menyebabkan masalah serius bagi lingkungan (Chevillard et al, 2011). Bioplastik yang paling luas penggunaan dan produksinya yaitu bioplastik berbasis pati (*plastarch*) menguasai sekitar 50% pasar bioplastik. Perkembangan industri bioplastik saat ini masih sangat lambat. Hal tersebut karena sifat fisis dan mekanis bioplastik berbahan dasar pati pada umumnya masih lebih rendah dibandingkan dengan plastik konvensional. Penyediaan bahan baku nanopartikel pati sebagai penguat (*reinforcement*) merupakan salah satu alternatif solusi untuk menjawab tantangan di atas. Selain hal tersebut, pengembangan nanopartikel pati sebagai penguat bioplastik untuk mengetahui sifat-sifat baru yang muncul dan pengaruhnya terhadap karakteristik bioplastik.

Preparasi pati dalam ukuran nano mudah dilakukan karena granula pati secara inheren tersusun atas bloklet kristalin nano (Lin et al, 2011), sehingga dapat membentuk nanopartikel secara spontan (*self assembly*). Granula pati terdiri atas lapisan amorf dan semi kristalin yang tersusun berselang-seling dalam

leukoplas. Molekul amilosa dan amilopektin menyusun granula pati dengan pola tertentu (Jane, 2006).

Secara umum memproduksi nanopartikel dilakukan dengan dua metode yaitu memecah partikel sampai ukuran nanometer (*top down*) dan mensintesa materi berukuran sangat kecil (atom-atom atau molekul-molekul) untuk dirakit (*assembly*) menjadi berukuran nanometer yang dikehendaki (*bottom up*). Menurut Le Corre et al (2010), terdapat tiga cara pembuatan nanopartikel pati yaitu hidrolisis asam atau enzimatis, regenerasi (presipitasi/pengendapan) dan perlakuan mekanis. Sumber lain menyebutkan beberapa metode pembentukan nanopartikel yaitu ekstraksi fluida superkritis, evaporasi pelarut, presipitasi dan emulsi *crosslinking* (ikat silang) (Shi et al, 2011).

Dari segi metode preparasi pembentukan nanopartikel yang ada menurut Shi et al (2011), terdapat beberapa kelemahan seperti metode evaporasi pelarut memerlukan pelarut organik dalam jumlah besar, sedangkan metode presipitasi melibatkan beberapa tahapan proses. Metode yang dianggap sesuai untuk polimer hidrofilik seperti pati adalah emulsi ikat silang air dalam minyak (o/w) karena prosesnya tidak rumit dengan kondisi yang ringan (*mild*) yaitu tidak memerlukan suhu tinggi atau pelarut yang dianggap tidak aman.

Penggunaan pelarut organik yang dianggap toksik merupakan permasalahan yang menjadi perhatian dalam pengembangan pembuatan matriks sistem pengantaran obat. Preparasi produksi *nanocarrier* yang lebih aman tanpa menggunakan pelarut organik merupakan tantangan tersendiri. Menurut Ortega et al (2010) metode yang sesuai adalah difusi emulsi karena rendemen yang dihasilkan tinggi, reproduibel, dan mudah untuk penggandaan skala. Selain itu metode ini memungkinkan untuk mengontrol ukuran partikel dan polidispersi (keragaman) partikel dengan mengontrol rasio fase minyak dan air.

Pembentukan nanopartikel pati dengan metode seperti emulsifikasi difusi (Ortega et al, 2010), difusi pelarut (Gupta, 2006), emulsi *crosslinking* (Shi et al, 2011) atau dialisis membran (Simi & Abraham, 2007; Namazi & Dadkhah, 2011) serta proses mekanis seperti ekstrusi, homogenisasi tekanan tinggi atau ultrasonikasi, harus menggunakan peralatan yang canggih dan harga yang mahal. Peralatan tersebut antara lain *high speed sentrifuge* atau *ultrasentrifuse*, *high*

pressure homogenizer, mikrofluidizer atau *high shear mixer* yang masih terbatas ketersediaanya di Indonesia.

Modifikasi metode penyediaan nanopartikel dengan biaya produksi yang rendah merupakan tantangan yang cukup menarik. Salah satu cara mengatasinya adalah dengan melakukan analisis dan modifikasi dari metode-metode yang ada sehingga diperoleh sebuah metode baru. Berdasarkan uraian di atas, penelitian tentang pengembangan metode yang efisien untuk penyediaan nanopartikel pati masih sangat diperlukan. Nanopartikel pati yang dihasilkan nantinya akan diaplikasikan sebagai penguat bioplastik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana mendapatkan metode baru yang efisien dalam memproduksi nanopartikel pati sagu?
2. Bagaimana mendapatkan proses produksi yang optimum dalam pembuatan nanopartikel pati sagu dengan menggunakan metode tersebut ?
3. Bagaimana pengaruh nanopartikel pati sagu dalam aplikasinya sebagai penguat (*reinforcement*) bioplastik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian ini dibagi menjadi tujuan umum dan tujuan khusus.

Tujuan Umum :

Tujuan umum penelitian ini adalah mendapatkan metode baru yang efisien dalam memproduksi nanopartikel pati sagu.

Tujuan Khusus :

1. Mendapatkan kondisi proses yang optimum dalam pembuatan nanopartikel pati sagu dan mengetahui karakteristiknya.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan nanopartikel pati sagu terhadap karakteristik bioplastik.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Meningkatkan nilai tambah pati sagu.
2. Mengembangkan industri bioplastik.
3. Memberikan sumbangan IPTEK tentang produksi nanopartikel pati.

1.5 Kebaruan Penelitian

Teknologi produksi nanopartikel pati telah cukup berkembang saat ini. Perkembangan tersebut meliputi metode preparasi (hidrolisis, presipitasi, mekanik maupun gabungan) dan jenis pati yang sesuai untuk dibuat nanopartikel maupun aplikasinya seperti yang dirangkum pada Tabel 1.1. Namun produk nanopartikel pati secara komersial di pasaran masih sangat terbatas dan mahal. Penelitian mengenai nanopartikel berbasis pati masih tetap terbuka. Dari hasil-hasil penelitian sebelumnya, terdapat peluang untuk melakukan penelitian, yaitu mengembangkan metode penyediaan nanopartikel pati dengan melakukan modifikasi metode yang telah ada dan mengembangkan aplikasi nanopartikel pati sebagai penguat (*reinforcement*) bioplastik dengan matriks *polivynil alkohol* (PVA). Metode yang dihasilkan ini diharapkan lebih efisien.

Kebaruan penelitian ini adalah dari luaran yang dihasilkan, yaitu sebuah metode baru (modifikasi metode) penyediaan nanopartikel pati yang efisien dengan tingkat rendemen yang tinggi. Spesifikasi jenis pati yang digunakan adalah sagu yang dihasilkan dari Nagari Koto Marapak, Pariaman, Sumatera Barat (*Metroxylon sagu*). Selanjutnya nanopartikel pati sagu diaplikasikan sebagai penguat (*reinforcement*) dalam pembuatan komposit bioplastik dengan matriks polivinil alkohol (PVA).

Tabel 1.1. *State of the art penelitian*

Metode	Jenis pati			
	Pati jagung	Pati kacang	Pati kentang	Sagu
Hidrolisis	Putaux et al., 2003	Zheng et al., 2009	Chen et al., 2008	
	Angelier et al., 2004	Chen et al., 2008	Nazami & Dadkhah, 2010	
	Nazami & Dadkhah, 2010			
	Song et al., 2011			
	Xu et al., 2010			
Presipitasi	Kim & Lim (2009a)		Herbert & Chancy (1994)	Chin et al., (2011)
	Kim & Lim (2009b)			
	Kim & Lim (2010)			
	Ma et al., (2008)			
Mekanik :				
Ultrasonikasi	S. Bel Haaj et al., 2013			
Hidrolisis & Ultrasonikasi	H.-Y. Kim et al., 2013			
Ultrasonikasi & <i>Cross linking</i>	Y. Ding et al., 2016			
				Penelitian Disertasi
Komposit Bioplastik				
Matriks :				
Karet Alam	Angelier et al.,(2005)			
Pati termoplastik	Kristo dan Biliaderis (2007)			
PVA		Chen et al.,(2008)		
Isolat protesin kedelai		Zheng et al., (2009)		

1.6 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini meliputi modifikasi metode penyediaan nanopartikel pati sagu sehingga diperoleh metode baru yang lebih efisien dan aplikatif dan melakukan optimasi proses dengan metode yang telah ditetapkan tersebut. Nanopartikel pati sagu yang dihasilkan diaplikasikan untuk memperbaiki karakteristik bioplastik.

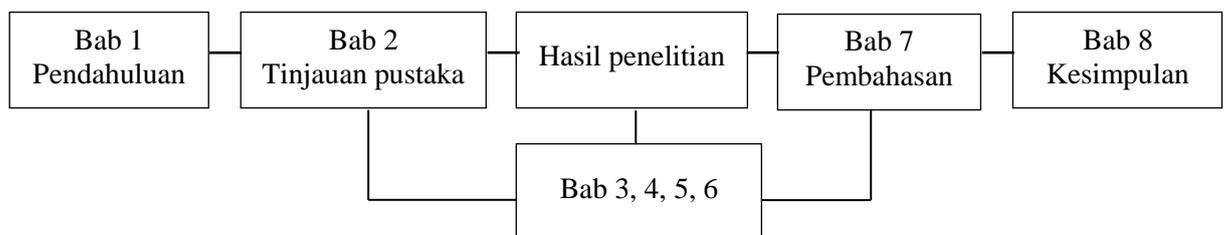
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan berdasarkan kerangka penelitian pada Lampiran 1. Secara umum bisa dijelaskan bahwa tahap pertama adalah *review literature* dan analisis metode preparasi nanopartikel sehingga diperoleh kelebihan dan kekurangan metode yang telah ada. Dilanjutkan persiapan pati sagu dan karakterisasi. Modifikasi metode baru yang dilakukan yaitu

hidrolisis-presipitasi, hidrolisis-*high shear homogenization*, dan hidrolisis-*high shear homogenization* dengan perlakuan ultrasonikasi. Pengujian dan penetapan metode baru ini berdasarkan dari hasil analisis ukuran partikel nanopartikel pati sagu dan rendemen. Dilanjutkan optimasi proses produksi dari metode baru yang ditetapkan. Hasil nanopartikel pati sagu diaplikasikan sebagai penguat (*reinforcement*) pada pembuatan bioplastik dengan matriks polivinil alkohol (PVA).

1.7 Keterkaitan Antar Bab

Bab pertama disertasi ini dibahas mengenai latar belakang penelitian sebagai dasar melakukan penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian. Bab pertama juga dibahas kebaruan penelitian (*state of the art*) dan kerangka penelitian yang menjadi tahapan dan langkah-langkah penelitian. Selanjutnya bab dua dijelaskan landasan teori yang digunakan dalam penelitian. Pada bab tiga sampai bab enam membahas mengenai hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan yang dituliskan berdasarkan langkah-langkah penelitian dan luaran publikasi. Bab tujuh merupakan pembahasan umum secara keseluruhan. Bab delapan berisi kesimpulan dan saran.

Secara keseluruhan pembahasan pada disertasi ini sangat terstruktur sehingga dapat membuat pola pikir pembaca menjadi terarah dan mudah untuk mengikuti langkah-langkah ataupun isi yang disampaikan penulis. Pokok pembahasan dari bab satu sampai dengan bab delapan merupakan suatu kesatuan dalam melakukan suatu penelitian, yang tentunya saling berkaitan dan dengan urutan yang sudah sesuai. Keterkaitan antar bab disertasi ini bisa dijelaskan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Keterkaitan antar bab