

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pupuk memegang peran penting terhadap mutu hasil produksi pertanian dengan kontribusi hingga 50% (Braun *et al.*, 1983). Namun, penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai masalah seperti degradasi tanah, pencemaran lingkungan baik polusi udara, air maupun tanah, penurunan kualitas bahan pangan, juga penurunan nutrisi mikro di dalam tanah (Ghaly, 2009). Dari berbagai masalah tersebut menimbulkan beberapa penelitian pengembangan produk pupuk yang dienkapsulasi dengan bahan polimer atau pun sintesis campuran alam yang dapat terurai secara hayati dan berasal dari sumber daya alam terbarukan (biopolimer) seperti matriks Cs, selulosa, pati, dan karet alam (González *et al.*, 2015). Oleh karena itu, dibutuhkan penerapan aplikasi teknologi yang terbarukan, dimana salah satunya adalah aplikasi nanoteknologi khususnya dalam bidang pertanian demi meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemupukan pada tanaman.

Nanoteknologi merupakan salah satu aplikasi teknologi yang menurut Lembaga Standar Inggris adalah sebagai desain, karakterisasi, produksi, dan penerapan struktur, perangkat, dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nano (Bawa *et al.*, 2005). Aplikasi dari nanoteknologi sangat menjanjikan dalam berbagai bidang penelitian ilmiah dalam beberapa dekade terakhir yang berkaitan dengan proses produksi, pengolahan, dan aplikasi bahan dengan ukuran kurang dari 1.000 nm (Augustin *et al.*, 2006). Nanoteknologi selain sebagai paradigma revolusioner baru di bidang perikanan, peternakan dan khususnya pertanian yang memberikan manfaat seperti rilis nutrisi terkontrol, efisiensi pemantauan hama, dan kebocoran bahan kimia yang lebih sedikit (Iavicoli *et al.*, 2017), juga dapat meningkatkan kelarutan air, dan stabilitas termal dari senyawa bioaktif (Huang *et al.*, 2010).

Salah satu penerapan nanoteknologi dapat dilihat dalam sistem pertanian dengan memaksimalkan output serta meminimalkan input-nya seperti benih,

pupuk, pestisida, herbisida, air, dan lain sebagainya (Rhodes, 2014). Aplikasi dari nanoteknologi dengan pemanfaatan nanopartikel dapat digunakan sebagai pupuk bio *nanofertilizer* sehingga dapat menjadi solusi alternatif serta efektif pada sektor pertanian (Karunakaran *et al.*, 2016). Sedangkan penerapan dalam bidang industri, nanoteknologi digunakan sebagai nanokomposit untuk mengontrol proses difusi juga untuk perlindungan mikroba atau sebagai nanobiosensor untuk mendeteksi kontaminasi dan penurunan kualitas, selain itu juga bias digunakan sebagai nanoenkapsulasi atau *nanocarrier* untuk mengontrol pengiriman nutrisi (Chen *et al.*, 2006).

*Nanofertilizer* adalah sebuah nanomaterial yang dapat menyediakan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan tanaman serta dapat meningkatkan produksi (Lal dan Liu, 2015). *Nanofertilizer* didapatkan dari sintesis dengan metode kimiawi, fisik, dan juga biologi dengan menggunakan aplikasi nanoteknologi yang bertujuan untuk melindungi komposisinya sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman (Singh *et al.*, 2017). Penggunaan *nanofertilizer* dapat meningkatkan efisiensi dari penggunaan unsur hara pada tanaman dengan cara mengontrol pelepasan zat aktif agar sesuai dengan laju pertumbuhan tanaman (Schuster *et al.*, 2012). Hal ini lah yang menjadikan *nanofertilizer* lebih unggul, karena daya penyerapan nutrisi pada tanaman yang tinggi dan lebih besar bila dibandingkan dengan pupuk konvensional (Abdel-Aziz *et al.*, 2016). Selain itu keunggulan lain dari *nanofertilizer* adalah dapat melindungi tanah dan air dari pencemaran unsur hara (Dimkpa *et al.*, 2017), dan juga memberikan konsekuensi yang lebih kecil dalam hal toksisitas-nya pada manusia serta dapat menghemat biaya dengan meningkatkan kualitas dan kuantitas produk sehingga dapat memaksimalkan keuntungan (Diallo *et al.*, 2014).

Bahan dasar dari *nanofertilizer* memanfaatkan selulosa dari bahan hayati, hal ini bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi pemupukan pada tanaman. Selulosa merupakan bahan polimer alami yang melimpah, terbarukan dan dapat terurai secara hayati (Salas *et al.*, 2014). Selain itu, selulosa juga dapat diartikan sebagai homopolimer yang terdiri dari  $\beta$  1-4 glikosidik, selulosa tidak terdapat sebagai satu molekul tetapi mengkristal melalui ikatan hidrogen antar molekul

untuk membentuk mikrofibril hal ini berdasarkan dari arah tegak lurus rantai molekulnya (Eichhorn, 2011). Selulosa dapat ditemukan dalam fase amorf pada bagian serat tumbuhan yang menyebabkan selulosa tidak melelehkan suhu degradasi termal (Fengel, 1989). Dibandingkan dengan selulosa, nanoselulosa memiliki luas permukaan yang lebih luas, hal ini mengakibatkan nanoselulosa dapat menjadi alternatif agar selulosa lebih mudah dimodifikasi dan dilarutkan dalam air (Li *et al.*, 2012). Nanoselulosa dengan menggunakan hidrolisis asam biasanya memiliki ukuran yang bervariasi dan karakteristik geometris dari nanoselulosa dipengaruhi oleh suhu dan waktu pada saat perlakuan hidrolisis asam (Dong *et al.*, 1998). Selain itu, nanoselulosa dari sumber konvensional lain menunjukkan kekakuan tinggi dan modulus young yang bisa mencapai 134 GPa. Kekuatan tarik struktur kristalnya diasumsikan menjadi sekitar 0,8 hingga 10 GPa (Nakamae *et al.*, 1995).

Ampas tebu atau yang biasa disebut dengan bagasse merupakan hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu, yang biasanya dihasilkan oleh industri gula dan alkohol, dimana sebagian besar ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar (Alfoldi *et al.*, 1990). Ampas tebu merupakan salah satu limbah pertanian yang pemanfaatannya kurang maksimal. Hal ini terlihat dari limbah ampas tebu yang hanya digunakan sebagai pakan ternak atau bahan bakar tanpa adanya pengolahan lebih lanjut. Pemanfaatan limbah ampas tebu lainnya yaitu sebagai bahan baku untuk aplikasi industri termasuk pembangkit listrik, produksi pulp dan kertas serta produk fermentasi (Nigam *et al.*, 2000).

Berdasarkan penelitian didapatkan data berupa, 40–50% ampas tebu terdiri dari selulosa polimer glukosa, 25-35% lainnya adalah hemiselulosa, an-polimer amorf biasanya terdiri dari xilosa, arabinosa, galaktosa, dan manosa. Sedangkan sisanya sebagian besar adalah lignin 18-24% (Jacobsen dan Wyman, 2002). Berat molekul rata-rata selulosa ampas tebu berkisar dari 157.800 - 168.400 g mol<sup>-1</sup> (Bian *et al.*, 2014), dan ukuran serat selulosanya bermacam-macam dari ukuran 1,0 hingga 1,5 mm (Australian Government, 2004).

Ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *nanofertilizer* dengan memanfaatkan kandungan selulosa yang terdapat pada serat

ampas tebu. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan nanoselulosa untuk pembuatan *nanofertilizer* dari bahan lignoselulosa ampas tebu yang paling banyak ditemukan, melimpah dan murah yang kemudian diproses dengan menggunakan hidrolisis delignifikasi, serta menggunakan asam kuat seperti asam sulfat agar selulosa bebas dari kandungan hemiselulosa (Bondeson *et al.*, 2006). Selanjutnya dilanjutkan dengan proses pelapisan selulosa dengan menggunakan metode nanoenkapsulasi ultrasonik. Nanoenkapsulasi sendiri merupakan suatu zat berkapsul mikro yang mengacu pada zat bioaktif dan terakumulasi dalam kisaran nanometer (Lopez *et al.*, 2006). Keunggulan dari nanoenkapsulasi antara lain adalah pelepasan terkontrol yang lebih baik, dan penargetan senyawa aktif biologis yang lebih tepat (Mozafari *et al.*, 2006).

Oleh karena itu, penelitian ini akan melanjutkan penelitian sebelumnya dimana pada penelitian sebelumnya melakukan sintesis selulosa menjadi nanoselulosa dari bahan utama serat ampas tebu, dan nanoselulosa yang terbentuk berperan sebagai enkapsulan bersama pupuk urea. Sedangkan pada penelitian ini akan digunakan pupuk urea dengan metode yang sama yaitu dengan pengaplikasian hasil pada tanaman kecambah guna mengamati perbandingan hasil dengan pupuk yang berbeda. Nanoselulosa dan *nanofertilizer* yang terbentuk selanjutnya dilakukan karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *Thermogravimetry Analysis* (TGA), Spektrofotometri UV-Vis, *Transmission Electron Microscopy* (TEM), uji stabilitas, dan uji kinetika pelepasan nutrisi pada tanaman

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sintesis dan karakterisasi nanofertilizer dari ampas tebu dan pupuk urea?
2. Bagaimana pengaruh ultasonikasi dalam pembentukan nanofertilizer.
3. Bagaimana profil laju pelepasan nutrisi urea nanofertilizer terenkapsulasi nanoselulosa dari serat ampas tebu pada pengaruhnya terhadap pH?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengkaji sintesis dan karakterisasi nanofertilizer dari ampas tebu dan pupuk urea.
2. Mengetahui pengaruh ultasonikasi dalam pembentukan nanofertilizer.
3. Mengkaji profil laju pelepasan nutrisi urea nanofertilizer terenkapsulasi nanoselulosa dari serat ampas tebu pada pengaruhnya terhadap pH.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapaun manfaat penelitian ini sebagai sumber referensi ilmiah tentang sintesis *nanofertilizer* berbasis nanoselulosa dan memberikan pengetahuan kepada masyarakat maupun peneliti dan para pemeran industri pangan khususnya pada sektor pertanian tentang pemanfaatan limbah masyarakat yang bisa digunakan sebagai pupuk dalam skala nano yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan.