

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan kemajuan teknologi dan pengetahuan di bidang farmasi, telah dilakukan penelitian untuk mengembangkan pembuatan bentuk sediaan obat dengan sistem lepas lambat (Ansel, 1999). Penggunaan teknologi formulasi lepas lambat atau lepas terkontrol tidak hanya digunakan untuk obat tetapi juga dapat digunakan untuk pestisida, pupuk atau zat lain untuk mengurangi biaya bahan aktif, sehingga memungkinkan pelepasan bahan aktif sesuai target pada tingkat yang terkendali, sehingga dapat mempertahankan konsentrasinya dalam sistem sampai batas optimum, dalam periode waktu tertentu, selain itu dapat meminimalkan efek samping, dan mengoptimalkan efektivitas bahan aktif (Fernandez-Perez *et al.*, 2008). Penyalutan merupakan bagian penting dalam formulasi bentuk sediaan farmasi untuk memperoleh kualitas estetika yang tinggi (seperti: warna, tekstur, dan rasa), fisik dan perlindungan kimiawi untuk obat dalam bentuk sediaan, dan modifikasi karakteristik pelepasan obat (Bose *et al.*, 2007).

Pupuk adalah salah satu produk yang paling penting dalam industri agrokimia (Tomaszewska & Jarosiewicz, 2002; Tomaszewska, 2003; Han *et al.*, 2009). Industri pupuk menghadapi tantangan terus – menerus dalam memperbaiki produk untuk meningkatkan efisiensi penggunaannya dan untuk meminimalkan dampak lingkungan yang merugikan. Hal ini dilakukan melalui peningkatan pupuk yang sudah digunakan, atau melalui pengembangan baru jenis pupuk tertentu (Trenkel, 2010).

Pupuk ditambahkan ke tanah untuk memberikan nutrisi yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Secara konvensional, pupuk diterapkan dengan konsentrasi yang terlalu tinggi untuk memberikan efek yang optimal. Perlakuan tersebut selain meningkatkan hasil juga memberikan efek samping yang tidak diinginkan, seperti kerusakan tanaman atau kerusakan lingkungan sekitar. Potensi bahaya pupuk terhadap lingkungan ini mengakibatkan keterbatasan penggunaannya. Disamping kerugian yang ditimbulkan, sekitar setengah dari pupuk yang diterapkan, hilang begitu saja pada lingkungan yang akan menyebabkan kontaminasi terhadap air permukaan dan air tanah (Tomaszewska and Jarosiewicz, 2002; Tomaszewska, 2003; Han *et al.*, 2009).

Salah satu metode untuk mengurangi kehilangan unsur hara tersebut adalah dengan penggunaan pupuk lepas lambat atau lepas terkontrol (Tomaszewska and Jarosiewicz, 2002; Muslim *et al.*, 2015; Suharti *et al.*, 2016). Pupuk lepas lambat atau lepas terkontrol memiliki kemampuan untuk melepaskan nutrisi pada waktu yang telah ditentukan dan kecepatan yang sesuai dengan serapan tanaman. Kecepatan dan waktu pelepasan nutrisi dioptimalkan dengan memanipulasi fisik dan atau karakteristik kimia dari pupuk, melibatkan mekanisme seperti difusi, degradasi dan hidrolisis (Harmaen *et al.*, 2016).

Pupuk lepas lambat atau lepas terkontrol secara fisik disiapkan dengan menyalut granul pupuk konvensional dengan berbagai bahan yang dapat mengurangi laju disolusi pupuk tersebut. Bahan yang paling sering digunakan sebagai penyalut adalah belerang (sulfur), lilin, polietilen,

poliolefin, polietilen, poliakrilamida, polisulfon, polistiren, dan lignin kraft pinus (Jarosiewicz. A and Tomaszewska. M, 2003; Cong *et al.*, 2010).

Penggunaan pupuk bioplastik dibidang pertanian dan industri hortikultura telah berlangsung selama beberapa dekade. Ini dianggap sebagai kemajuan dengan pendekatan pupuk lepas lambat, yang memainkan peran penting dalam efisiensi nutrisi untuk penyerapan tanaman. Dibandingkan dengan pupuk tradisional yang larut dalam air, pupuk bioplastik hanya memerlukan aplikasi tunggal untuk memasok nutrisi yang cukup untuk tanaman pada periode yang cukup lama (Harmaen *et al.*, 2016)

Penggunaan pupuk lepas lambat atau lepas terkontrol ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan jenis konvensional, diantaranya dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, mengurangi kecepatan kehilangan pupuk dari tanah oleh hujan atau air irigasi dan toksisitas tanah, pasokan berkelanjutan mineral-mineral untuk waktu yang lama, meminimalkan potensi efek negatif yang terkait dengan overdosis, dan mengurangi frekuensi pemberian sesuai dengan persyaratan tanaman biasa (Tomaszewska and Jarosiewicz, 2002; Jarosiewicz and Tomaszewska, 2003; Han *et al.*, 2009; Cong *et al.*, 2010; El Diwani *et al.*, 2013; D. Akmal *et al.*, 2015).

Penggunaan polimer konvensional sebagai bahan penyalut biasanya berhubungan dengan biaya yang tinggi dan akumulasi residu sintetis yang tidak diinginkan dalam tanah. Baru-baru ini, sejumlah penelitian telah difokuskan pada penggunaan polimer *biodegradable* sebagai bahan penyalut yang menjanjikan untuk pupuk (Ahmad *et al.*, 2015).

Salah satu polimer murah yang dapat dijadikan polimer penyalut alternatif adalah polistiren atau yang lebih dikenal dengan sebutan *styrofoam*. Polistiren merupakan polimer sintesis yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama sebagai wadah makanan, bahan isolator dan pembungkus alat elektronik (Yang, 2012). Polistiren bekas merupakan limbah yang sukar didaur ulang, karena biaya pengolahan limbah polistiren bekas lebih mahal dari harga polistiren murni. Selama ini pengolahan dan pemanfaatan polistiren bekas dibuat menjadi berbagai macam produk kerajinan tangan.

Sifat polistiren yang tidak *biodegradable* menjadi masalah jika langsung digunakan sebagai polimer penyalut pupuk. Untuk membuat polistiren menjadi *biodegradable* dapat dilakukan dengan mencampurkan polistiren dengan suatu polimer *biodegradable* atau biopolimer misalnya mencampurkan polistiren dengan polikaprolakton, pati atau P3HB. Pencampuran ini dapat membuat polistiren menjadi polimer yang *biodegradable*. Pencampuran yang terdiri dari setidaknya satu polimer *biodegradable* dengan polimer lain yang tidak *degradable* disebut sebagai *bioblend* (Mohamed, Gordon & Biresaw, 2007).

Dalam beberapa dekade terakhir, polimer *biodegradable* dan campurannya telah dikembangkan sebagai suatu respon terhadap kepedulian lingkungan yang disebabkan oleh masalah sampah plastik. Selain dapat di daur ulang, polimer *biodegradable* dapat diurai oleh mikroba dalam lingkungan biologis aktif untuk biomassa dan produk biologis. Proses ini

dapat dianggap sebagai perantara daur ulang biologis dari plastik (di Franco *et al.*, 2004).

Poli(3-hidroksibutirat), P(3HB), adalah salah satu plastik mudah terurai (*biodegradable plastic*) yang banyak diteliti akhir-akhir ini, karena mempunyai sifat fisika dan kimia yang hampir sama dengan plastik sintetis seperti polipropilen, namun bila dibuang ke lingkungan akan terurai dengan sempurna. Dengan menggunakan plastik mudah terurai ini, diharapkan masalah kerusakan lingkungan yang banyak dilaporkan akibat penggunaan plastik sintetis dapat dikurangi (Djamaan *et al.*, 2003).

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan pengembangan formulasi lepas lambat *double coating* dari pupuk NPK dengan dua lapis polimer *bioblend* agar pupuk NPK yang diterapkan pada tanaman dapat menyuplai nutrisi secara berkelanjutan dan tidak hilang begitu saja karena tercuci oleh air hujan atau air irigasi dengan polimer yang ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh penyalutan pupuk NPK dengan teknik *double coating* dua lapis polimer *bioblend* terhadap efisiensi penyalutan, pelepasan dan morfologi permukaan granul serta bagaimana pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk melihat pengaruh penyalutan pupuk NPK dengan teknik *double coating* dua lapis polimer *bioblend* polistiren / polikaprolakton pada

penyalutan pertama dan polimer *biodegradable* tunggal pada penyalutan kedua terhadap efisiensi penyalutan, pelepasan dan morfologi permukaan granul serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan tentang karakteristik penyalutan pupuk NPK lepas lambat *double coating* menggunakan penyalut *bioblend* polistiren / polikaprolakton pada penyalutan pertama dan polimer *biodegradable* tunggal pada penyalutan kedua.
2. Menambah wawasan mengenai studi teknologi lepas lambat yang diaplikasikan pada granul NPK.
3. Sebagai referensi atau rujukan tentang pengembangan bentuk sediaan lepas lambat *double coating* khususnya NPK lepas lambat dengan penyalutan semprot.

1.5 Hipotesis

Penyalutan granul NPK menggunakan penyalut *bioblend* polistiren / polikaprolakton pada penyalutan pertama dan polimer *biodegradable* tunggal pada penyalutan kedua dengan teknik penyalutan semprot dapat menghasilkan *film* penyalut yang memiliki karakteristik fisik dan kimia yang baik sebagai penyalut granul NPK dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman.