

# I. PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir telah dikembangkan sistem penghantaran obat pelepasan terkendali atau lepas lambat (Mahajan et al., 2016). Konsep lepas lambat ini mengacu pada pelepasan zat aktif secara bertahap untuk mempertahankan ketersediaan zat aktif selama jangka waktu tertentu. Sediaan obat lepas lambat umumnya menggunakan polimer sebagai bahan utama untuk aplikasi pelepasan obat, sehingga keamanan dan khasiat obat meningkat karena pelepasan zat aktif yang lebih lambat. Pengembangan lebih lanjut dari bentuk sediaan obat dengan sistem lepas lambat ini terpusat pada polimer biodegradable yang jelas lebih unggul dibandingkan polimer non-biodegradable (Zhang, 2016).

Selain digunakan untuk sediaan obat, teknologi lepas lambat juga dapat diaplikasikan untuk pestisida, pupuk atau zat lain yang dapat mengurangi biaya saat penggunaan bahan aktif, sehingga dapat mengurangi efek yang merugikan dan meningkatkan efektifitasnya (Guo et al., 2013).

Untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat serta produk pertanian lainnya, telah diterapkan penggunaan berbagai macam pupuk (Qiao et al., 2016). Penggunaan pupuk ini merupakan hal yang penting untuk meningkatkan hasil panen (Chen et al., 2018). Namun pupuk konvensional mempunyai kelemahan, yaitu kelarutan pupuk di tanah relatif lebih cepat dibandingkan dengan penyerapan pupuk oleh tanaman (AlShamaileh et al., 2018). Selain itu, penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menurunkan kualitas tanah karena kelarutannya yang tinggi yang menyebabkan kehilangan pupuk sekitar

40-75% dan kurang berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman serta lebih mengarah kepada masalah lingkungan yang secara langsung ataupun tidak langsung akan menyebabkan berbagai masalah kesehatan dan juga dapat menyebabkan kerugian ekonomi (Lateef *et al.*, 2016).

Disamping itu, pemupukan yang berlebihan juga dapat menghasilkan penguapan amonia, emisi nitrogen oksida (penghancuran ozon), degradasi tanah, pertumbuhan alga, eutrofikasi dan bentuk polusi lainnya (AlShamaileh *et al.*, 2018). Hilangnya pupuk sering terjadi saat menggunakan pupuk kimia yang sangat mudah larut, khususnya pada saat musim hujan yang tentunya akan meningkatkan biaya produksi pertanian dan menghasilkan eutrofikasi air (Said *et al.*, 2018)

Untuk meningkatkan efisiensi pupuk dan mengurangi hilangnya nutrisi yang diserap oleh tanaman, banyak penelitian telah berfokus pada pengembangan teknologi pupuk lepas lambat atau *Slow-Release Fertilizers* (SRF), dalam upaya untuk meminimalkan perbedaan antara kelarutan dan penyerapan (AlShamaileh *et al.*, 2018). Teknologi lepas lambat ini dapat mengurangi biaya saat penggunaan bahan aktif dan dapat mengurangi efek yang merugikan serta dapat meningkatkan efektifitasnya (Guo *et al.*, 2013).

Pupuk lepas lambat umumnya diproduksi dari butiran pupuk yang mudah larut dengan menyulutnya menggunakan pelapis. Penyalutan pupuk ini dipersiapkan secara fisik, dimana butiran pupuk dilapisi dengan polimer atau bahan lain yang dapat mengurangi pelepasan bahan aktif sehingga dapat meminimalkan tingkat pelarutan bahan aktif tersebut. Pupuk lepas lambat ini

memungkinkan untuk satu kali aplikasi sepanjang musim pertumbuhan tanaman, sehingga dapat mengurangi waktu dan konsumsi pupuk (Elsharkawi, 2017).

Diantara polimer ataupun bahan penyalut yang sesuai, yang telah digunakan untuk penyalutan pupuk lepas lambat diantaranya lilin parafin, polistirene, poliolefin, polietilen, etilselulosa, lignin kraft pinus, poliakrilamida dan polisulfone (Cong *et al.*, 2010)

Disamping itu, beberapa peneliti telah mempelajari efek dari penggunaan pupuk lepas lambat, diantaranya Du *et al.*, yang menjelaskan bahwa efek dari pupuk lepas lambat dapat menurunkan volatilisasi ammonia dan pencucian nitrogen. Zhang *et al.* menjelaskan bahwa pupuk lepas lambat yang dilapisi film grapheme oxide dapat menghasilkan pupuk lepas lambat yang ramah lingkungan, Muldera *et al.*, mempelajari pelapisan urea lepas lambat sangat ekonomis dan penggunaan lignin biodegradable, lebih potensial sebagai bahan pelapis (AlShamaileh *et al.*, 2018).

Harga pupuk lepas lambat memang lebih mahal bila dibandingkan dengan harga pupuk konvensional, namun aplikasinya ke tanaman lebih sedikit bila dibandingkan dengan pupuk konvensional yang biasanya digunakan beberapa kali oleh petani selama musim tanam (Godoy *et al.*, 2000). Hal yang menyebabkan harga pupuk lepas lambat menjadi lebih mahal adalah penggunaan bahan penyalut dan pelarut organik yang relatif mahal. Untuk itu, penggunaan bahan penyalut murah yang juga ramah lingkungan atau sedikit bahan penyalut dengan teknik penyalutan yang tepat, diharapkan akan efektif untuk mengurangi biaya, sehingga harga pupuk lepas lambat bisa menjadi lebih murah (Yang *et al.*, 2012; Cong *et al.*, 2010).

Bahan penyalut murah yang dapat digunakan sebagai penyalut alternatif adalah polistiren foam atau yang lebih dikenal dengan sebutan *Styrofoam*. Polistiren adalah bahan yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya wadah makanan, alat pengemasan elektronik dan insulator pada bahan konstruksi bangunan (Yang *et al.*, 2012). Namun polistiren tidak bersifat *biodegradable*, akibatnya sulit diuraikan oleh mikroba dan sulit untuk didaur ulang, sehingga sering menimbulkan masalah pada lingkungan (BPOM, 2008). Untuk mengatasi masalah ini, polistiren dapat dibuat *biodegradable* dengan cara mencampurkan polistiren dengan suatu polimer *biodegradable* atau polimer alami lainnya. Pencampuran polimer yang bersifat tidak *biodegradable* dengan paling sedikit satu polimer *biodegradable* disebut sebagai *bioblend*. Untuk membuat campuran polimer menjadi *bioblend*, kedua polimer yang dicampurkan harus kompatibel atau sesuai (Mohamed *et al.*, 2007).

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pembuatan pupuk NPK lepas lambat dengan metode dua lapis menggunakan campuran *bioblend* polistiren dengan polimer *biodegradable*, diantaranya polikaprolakton (PCL), P3HB-HV dan P3HB pada perbandingan polimer 4:1:1 dengan pelarut kloroform, yang dilakukan dalam skala laboratorium. Ketiga formula tersebut menunjukkan profil pelepasan zat aktif hampir sama selama 3 bulan.

Dari hasil penelitian di atas, estimasi biaya produksi granul pupuk NPK lepas lambat yang dihasilkan, yang menggunakan biopolimer polikaprolakton yang harganya lebih murah dibandingkan P3HB-HV dan P3HB, jika diasumsikan untuk 1 Kg granul pupuk NPK lepas lambat, namun harganya masih lebih mahal

jika dibandingkan dengan harga pupuk NPK konvensional. Hal ini disebabkan karena penggunaan pelarut organik yaitu kloroform yang harganya mahal.

Dalam penelitian ini dilakukan penyalutan granul NPK lepas lambat dengan metode dua lapis menggunakan bahan penyalut dan pelarut yang lebih murah dan ramah lingkungan yaitu polistiren dan polimer biodegradabel polikaprolakton (PCL) menggunakan pelarut etil asetat yang dilanjutkan ke tahap produksi skala pilot dan uji efektifitasnya secara *in-planta* serta dilakukan estimasi biaya produksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini mengkaji bagaimana proses pelapisan pupuk NPK konvensional menjadi pupuk NPK lepas lambat menggunakan teknik *double coating* dengan bahan penyalut *bioblend* polistiren-polikaprolakton pada lapis pertama dan polikaprolakton pada lapis kedua, menggunakan pelarut etil asetat dan diproduksi dalam skala pilot, sehingga dapat diketahui bagaimana efisiensi penyalutan, karakteristik fisik dan kimia, masalah yang timbul pada saat produksi skala pilot dan aplikasi pelepasan NPK lepas lambat secara *in-planta*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengkaji karakteristik fisik dan kimia pupuk NPK yang telah disalut menggunakan teknik *double coating* dengan penyalut *bioblend* polistiren-polikaprolakton pada lapis pertama dan polikaprolakton pada lapis kedua menggunakan pelarut etil asetat, mempelajari faktor-faktor kesalahan dari masalah yang timbul pada saat pupuk diproduksi pada skala pilot, bagaimana pengaruh

penggunaan pupuk NPK lepas lambat *double coating* terhadap pertumbuhan tanaman uji secara *in-planta*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

- Bagi ilmu pengetahuan dapat menambah informasi tentang karakteristik penyalutan NPK *double coating* menggunakan penyalut *bioblend* polistiren-polikaprolakton-polikaprolakton.
- Bagi peneliti dapat menambah wawasan mengenai studi teknologi sediaan lepas lambat yang tidak hanya dapat diaplikasikan ke obat, tetapi juga dapat diaplikasikan ke bidang lain seperti pada granul NPK.
- Bagi institusi, sebagai tambahan referensi atau rujukan tentang pengembangan bentuk sediaan lepas lambat khususnya pembuatan NPK lepas lambat dengan teknik penyalutan semprot.

#### 1.5 Hipotesis

1.  $H_0$  : Penyalutan granul pupuk NPK *double coating, bioblend* polistiren – polikaprolakton - polikaprolakton dengan pelarut etil asetat menggunakan teknik penyalutan semprot dapat menghasilkan film penyalut yang memiliki laju pelepasan lebih kecil dari pada pupuk NPK konvensional.

$H_1$ : Penyalutan granul pupuk NPK *double coating, bioblend* polistiren-polikaprolakton - polikaprolakton dengan pelarut etil asetat menggunakan teknik penyalutan semprot tidak dapat menghasilkan film penyalut yang memiliki laju pelepasan lebih kecil dari pada pupuk NPK konvensional.

2  $H_0$  : Penggunaan granul pupuk lepas lambat NPK *double coating* dengan penyalut *bioblend* polistiren - polikaprolakton - polikaprolakton yang diaplikasikan ke tanaman lebih baik dari pada pupuk NPK konvensional.

$H_1$  : Penggunaan granul pupuk lepas lambat NPK *double coating* dengan penyalut *bioblend* polistiren - polikaprolakton - polikaprolakton yang diaplikasikan ke tanaman tidak lebih baik dari pupuk NPK konvensional.

