

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pentingnya sayuran bagi kesehatan memicu peningkatan produk sayur untuk menghasilkan sayuran yang segar sehat dan bermutu tinggi, sayuran mempunyai manfaat terhadap kesehatan, namun untuk menghasilkan sayuran yang segar diperlukan penanganan yang baik mulai pemilihan lokasi, benih hingga cara pemupukannya (Sutirman, 2011). Tingkat konsumsi sayuran masyarakat Indonesia sebesar 40,90 kg/kapita/tahun pada tahun 2007, Angka ini lebih rendah dibandingkan dengan yang direkomendasikan dari FAO/UNDP yaitu sebesar 75 kg/kapita/tahun.

Bayam merah memiliki rasa yang hambar ketika dimakan. Namun, bayam memiliki kandungan gizi yang tinggi. Konsumsi sayur bayam merah bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan karena bayam merah mengandung pigmen antosianin yang berperan sebagai antioksidan (Lingga, 2010). Namun bayam merah kurang populer dibandingkan dengan bayam hijau (Astawan, 2008) dan biasanya dimanfaatkan sebagai sayuran berbagai jenis makanan antara lain sayur bening, sayur lodeh, pecel, rempeyek bayam dan lalap (Supriati, 2014).

Ketersediaan hara merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produktifitas tanaman bayam merah. Tanaman bayam merah membutuhkan unsur hara makro seperti nitrogen(N), fosfor (P) dan kalium (K) serta dan unsur hara mikro seperti Ca dan mg maka kebutuhan hara untuk tanaman terpenuhi (Nurvitha, 2016).

Petani umumnya memberikan pupuk kimia NPK untuk menyediakan unsur hara tanaman bayam merah. Namun penggunaan pupuk kimia NPK memiliki harga yang relative mahal dan dapat merusak tanaman dan lingkungan (Lestari, 2009). Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka relatif lama umumnya berakibat buruk pada kondisi tanah. Tanah menjadi cepat mengeras, kurang mampu menyimpan air dan pH tanah menjadi asam yang pada akhirnya akan menurunkan produktivitas tanaman (Parman, 2007). Leiwakabessy dan Sutandi (2004) mengatakan bahwa kelemahan pupuk kimia yaitu harga relatif mahal, udah larut, menimbulkan polusi pada tanah apabila diberikan dalam dosis yang tinggi.

Bahan organik ditambahkan dalam tanah bapat menurunkan tingkat polusi dan limbah berbahaya sehingga tanah terlindung dari proses degradasi (Widyarti, (2009). Sistem pertaniann organik menjadi solusi permasalahan kerusakan lingkungan akibat penggunaan ppupuk anorganik terlalu berlebihan. Pupuk organik cair lebih banyak beredar dibandingkan dengan pupuk organik berbentuk padat. Musnamar (2006) menyebutkan bahwa pupuk organik cair mempunyai kelebihan dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara dan tidak bermasalah dalam pencucian hara maupun menyediakan hara secara cepat.

Bulu ayam merupakan hasil ikutan peternakan yang dianggap limbah dari rumah pemotongan ayam (RPA) dengan jumlah berlimpah dan terus bertambah seiring meningkatnya populasi ayam dan tingkat pemotongan sebagai akibat meningkatnya permintaan daging ayam di pasar. Berdasarkan kebutuhan tersebut Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (PKH) mengatakah bahwa kondisi daging ayam nasional pada tahun 2018 masih mengalami surplus dengan potensi kelebihan produksi sebanyak 331.035ton dengan rata-rata per bulan sebanyak 27.586

ton. Direktorat Jenderal (PKH) menyebutkan realisasi produksi ayam broiler umur sehari/*Day old Chicken Final Stock* (DOC FS) broiler pada Januari hingga Juni 2018 serta potensi produksi Juli hingga Desember 2018 (dari stok GPS broiler masuk ke Indonesia pada tahun 2016, 2017, dan 2018) adalah sebanyak 3.156.732.462 dengan rata-rata per bulan sebanyak 263.061.042 ekor, sedangkan potensi produksi karkas pada tahun 2018 berdasarkan realisasi produksi DOC periode Januari hingga Juni 2018 serta potensi Juli hingga Desember 2018 sebanyak 3.382.311 ton dengan rata-rata per bulan sebanyak 27.586. Bulu merupakan produk sampingan yang penting dalam industri perunggasan karena menyumbang 5-7% dari berat badan ayam. Diperkirakan sekitar beberapa juta ton bulu dihasilkan setiap tahun dari industri unggas secara global (Verma *et al.*, 2017). Jumlah ayam yang dipotong terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga bulu ayam yang dihasilkan semakin meningkat, dalam hal ini perlu dilakukan pengelolaan limbah bulu ayam dengan memanfaatkannya sebagai pupuk untuk memenuhi kebutuhan nutrisi pada tanaman.

Peningkatan usaha peternakan ayam menimbulkan peningkatan limbah bulu ayam yang dihasilkan dari industri rumah potong ayam dan dari tempat pemotongan lainnya. Pada industri rumah potong ayam, limbah bulu ayam merupakan suatu hal yang perlu penanganan khusus karena menimbulkan dampak yang sangat besar terhadap pencemaran lingkungan karena akan menimbulkan bau dan sulit untuk terdegradasi pada tanah sehingga dibutuhkan penanganan khusus. Salah satu alternatif yaitu dengan memanfaatkan limbah bulu ayam sebagai sumber unsur hara nitrogen (N) yang dibutuhkan oleh tanaman. Namun dalam pemanfaatannya, limbah bulu ayam sulit untuk didegradasi karena adanya kandungan keratin. Keratin merupakan protein serat dari hasil produk

pengerasan jaringan epidermal dari tubuh yang kaya akan sulfur. Bulu ayam sejatinya mengandung protein keratin yang tinggi yaitu sekitar 90% bahkan lebih (Daun dan Zulfan, 2018), Sedangkan di dalam protein keratin terdapat 14% sistin disulfida yang berfungsi sebagai jembatan antar molekul. Keratin bersifat tidak larut dalam air, juga tidak larut meskipun dilakukan pemanasan menggunakan alkali (Puastuti, 2007). Hal ini memerlukan pengolahan limbah bulu ayam lebih meningkat agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah bulu ayam dari RPA.

Limbah bulu ayam masih punya potensi untuk dimanfaatkan, karena memiliki kandungan nutrisi protein yang sangat tinggi, selain itu juga bulu ayam yang diolah menjadi tepung bulu ayam (*feather meal*) mempunyai kandungan nitrogen (N) total sebesar 14,2% (Hartz dan Jhonstone, 2006). Dengan demikian bulu ayam yang diolah menjadi pupuk cair yang mempunyai potensi sebagai sumber nitrogen (N) yang dibutuhkan oleh tanaman. Selain itu, Barone *et al.*, (2005) mengatakan bahwa keratin dapat membentuk kompleks dengan berat molekul tinggi tanpa modifikasi kimia, sehingga menarik untuk digunakan sebagai bahan baru di berbagai bidang. Bulu ayam selain memiliki kandungan unsur hara nitrogen, kandungan keratin yang terdapat pada limbah bulu ayam dapat diubah menjadi asam amino (Hill *et al.*, 2010) yang dapat digunakan sebagai pakan ternak

Pengaruh kandungan nitrogen yang terkandung dalam bulu ayam pada pertumbuhan dan hasil panen tanaman bayam merah belum diketahui karena pemanfaatan limbah bulu ayam sendiri belum banyak dipublikasikan, sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui efektivitas penggunaan unsur hara nitrogen dari bulu ayam untuk pertumbuhan dan hasil panen tanaman bayam merah kemudian menetapkan dosis pupuk tepung bulu ayam yang tepat untuk pertumbuhan dan hasil

panen tanaman bayam merah. Mengingat kembali kandungan keratin yang sulit untuk didegradasi. Meskipun sifat limbah kaya keratin seperti bulu tahan terhadap degradasi oleh protoase umum, keratin tidak terakumulasi di alam, menunjukkan bahwa mereka terdegradasi oleh mikroorganisme. Penelitian ini menunjukkan bahwa banyak mikroorganisme mampu mendegradasi limbah tersebut dengan mensekresikan enzim keratinolitik dan proteolitik keratinase (Tamreioa *et al.*, 2019). Mikroorganisme tersebut antara lain *Actinomycetes* dan fungi (Calin *et al.*, 2007; Bohacz dan Korniyowicz-Kowalska, 2019).

Banyak bakteri yang telah diisolasi dari berbagai lingkungan terutama tempat-tempat yang kaya akan bahan yang mengandung keratin (Muthusamy *et al.*, 2011). Metode yang paling sering digunakan untuk mengidentifikasi strain yang disaring adalah sekuensing 16S rDNA (Khodaryari dan Khafilzadeh, 2018). Bakteri yang diisolasi kemudian digunakan dalam mendegradasi bahan kaya keratin seperti bulu dan wol. Disekresikan protoase-keratinase oleh organisme ini bertanggung jawab untuk membela protein keratin. Studi terbaru menunjukkan bahwa keratinase berfungsi secara sinergis dengan enzim lain. Bakteri memiliki potensi besar untuk digunakan secara luas karena mereka tumbuh secara luas karena mereka tumbuh cepat dan enzim mereka mempertahankan aktivitas di bawah kondisi yang berbeda. *Bacillus licheniformis* adalah bakteri pendegradasi keratin yang paling efektif dalam genus (Manczinger *et al.*, 2003). Bakteri lain yang mampu menghasilkan enzim pendegradasi keratin adalah *Bacillus*, *Stenotrophomonas*, *Pseudomonas*, *Brevibacillus*, *Fassurium*, *Geobacillus*, *Chryseobacterium*, *Xanthomonas*, *Nesterenkonia* dan *Serratia*.

Tamreihao *et al.*, (2019) mengatakan bahwa keratinase yang diproduksi oleh bakteri menunjukkan kisaran suhu optimal (28-90°C) dan pH 5,8-11) yang luas. Berat molekul keratinase berbeda diantara spesies yang berbeda. Selain itu menambahkan keratin atau bulu di dalam media kultur biasanya memfasilitasi produksi keratinase (Herzog *et al.*,2016), menyiratkan enzim merupakan proses yang dapat diinduksi.

Studi ekstensif telah dilakukan untuk mengisolasi berbagai jenis bakteri pendegradasi keratin. Mutagenesis acak menggunakan etil metanasulfonat dilakukan untuk meningkatkan aktivitas bakteri pendegradasi keratin *Bacillus subtilis* LFB-FIOCRUZ 1266. Mutan menunjukkan tingkat degradasi bulu yang lebih tinggi sebesar 15% dibandingkan strain tipe liar. Selain itu, mutan menunjukkan aktivitas keratinolitik dan hasil sulfida yang lebih tinggi daripada strain tipe liar (de Paiva *et al.*, 2018). Mutasi menggunakan penyinaran ultraviolet dan perlakuan N-metil-NO -nitro-N-nitrosoguanidin atau perlakuan N-metil-NO - nitro-N nitrosoguanidin saja dilakukan pada *B. subtilis*.

Mutan yang dihasilkan menunjukkan aktivitas keratinase yang lebih tinggi (Cai *et al.*,2008) atau efisiensi degradasi bulu yang lebih tinggidaripada tipr liar. Penulis juga mengidentifikasi protease 45 kDa yang memainkan peran penting dalam degradasi bulu (Wang *et al.*, 2015). Rupanya, mutagenesis acak pada strain yang dipilih adalah cara yang efesien untuk meningkatkan efisiwnsi degradasi bulu, menyiratkan beberapa enzim mungkin terlibat dalam proses degradasi. Mutagenesis yang diarahkanke lokasi untuk meningkatkan aktivitas keratinase juga dapat meningkatkan efisiensi degradasi bulu (Liu *et al.*, 2013)

Degradasi jamur dan *Actinomyces*. Bahan kaya keratin di alam merupakan hasil kerjasama bakteri dan mikroorganisme lainnya (Lange *et*

al., 2016). Jamur dan *Actinomycetes* telah ditemukan mampu mendegradasi bahan yang kaya akan keratin seperti bulu. Beberapa jamur bersifat pathogen yang terdapat pada permukaan kulit manusia atau hewan. Keratinase disekresikan oleh jamur ini penting untuk invasi mereka ke dalam tubuh. Jamur ini memiliki struktur khusus seperti hifa untuk memfasilitasi degradasi keratin (Korniyowicz-Kowalska dan Bohacz, 2011; Tridico *et al.*, 2014).

Ditunjukkan bahwa aktivitas yang tinggi berkorelasi dengan perkembangan gejala yang cepat (Viani *et al.*, 2001). Jamur pathogen dapat mengeluarkan keratinase sementara mereka harus dihindari dalam aplikasi karena persyaratan keamanan. Beberapa jamur non-pathogen menunjukkan kemampuan untuk mendegradasi bulu dan memiliki potensi untuk disetujui untuk aplikasi pakan ternak atau pupuk hayati (Bhange *et al.*, 2016).

B. subtilis merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang, bersel satu, berukuran 0,5-2,5 μm x 1,2-10 μm , bereaksi katalase positif, bersifat aerob atau anaerob fakultatif, dan heterotrof. *B. subtilis* memiliki fisiologi yang berbeda dari bakteri lain yang bukan pathogen, yakni relatif mudah dimanipulasi secara genetik dan mudah pula dibiakan sehingga dapat dikembangkan pada skala industri (Soesanto 2008).

Bakteri antagonis ini dapat bertahan pada kondisi lingkungan tertentu, yakni pada suhu -5 sampai 75°C dengan tingkat keasaman (pH) antara 2-8. Muis (2006) menemukan populasi *B. subtilis* yang ditumbuhkan pada media ekstrak gula cokelat ditambah ekstrak ragi tertinggi pada kondisi pH 6. Pada kondisi yang sesuai *B. subtilis* akan meningkat dua kali lipat dalam kurun waktu tertentu. waktu ini dikenali

dengan waktu generasi atau waktu pengandaan, yang untuk *B. subtilis* adalah 28,5 menit pada suhu 40°C (Soesanto 2008).

Mikroorganisme pendegradasi keratin diantaranya adalah jenis *Bacillus* sp. (Tiwari dan Gupta, 2012). Bakteri *Bacillus subtilis* merupakan salah satu bakteri yang dapat mendegradasi keratin (Madigan dan Martinko, 2005). Wulandari *et al.* (2013) menyatakan bahwa teknik hidrolisis secara fisikokimia dan biologi mampu meningkatkan kadar NPK pada pupuk tepung bulu ayam. Namun publikasi mengenai karakteristik nutrisi bulu ayam yang difermentasi yang difermentasi *B. subtilis* dan efek penggunaannya sebagai pupuk tanaman khususnya tanaman bayam merah belum banyak tersedia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah fermentasi bulu ayam oleh *B. subtilis* dapat meningkatkan kandungan N, P dan K pada pupuk tepung bulu ayam.
2. Apakah penggunaan pupuk tepung bulu ayam yang difermentasikan *B. subtilis* berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor L*)
3. Apakah penggunaan pupuk tepung bulu ayam yang difermentasikan *B. subtilis* berpengaruh signifikan terhadap hasil panen tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor L*).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk membuktikan bahwa fermentasi bakteri *B. subtilis* terhadap peningkatan kadar N, P dan K tepung bulu ayam.

2. Untuk mengetahui pengaruh pupuk tepung bulu ayam yang difermentasikan bakteri *B. subtilis* terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L).
3. Untuk mengetahui pengaruh pupuk tepung bulu ayam yang difermentasikan bakteri *B. subtilis* terhadap hasil panen tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai pupuk tanaman karena penelitian tentang pemanfaatan limbah bulu belum banyak dipublikasikan