

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Edamame merupakan kedelai asal Jepang yang sangat dikenal dan disukai masyarakat. Secara morfologi, perbedaan Edamame dengan kedelai biasa yang utama adalah pada ukurannya. Ketika orang Jepang menghabiskan waktu di izakaya (semacam pub atau kafe untuk minum sake) saat musim panas, maka camilan untuk menemani sake dingin adalah kedelai Edamame. Kedelai Edamame relatif lebih besar pada tanaman, polong maupun bijinya dibandingkan dengan kedelai biasa, selain itu Edamame memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi. Asadi (2016) menyatakan bahwa Edamame memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi dan lebih baik, serta lebih mudah dicerna. Menurut Soyfoods Association of North America (2005) kandungan gizi yang terdapat dalam 80 gram Edamame matang adalah 127 kalori, 6 gram lemak, 10 gram karbohidrat, 11 gram protein, 4 gram serat pangan, 13 mg Natrium, 130 mg Kalsium, 485 mg Kalium, 142 mg Fosfor, 100 mg Folat, dan 49 mg Isoflavon.

Kedelai Edamame sampai sekarang memiliki peluang pasar yang besar untuk dibudidayakan karena prospek pasarnya menjajikan. Kedelai Edamame memiliki rata-rata produksi mencapai 3,5 ton/ha, sedangkan kedelai lokal rata-rata produksi hanya mencapai 1,7-3,2 ton/ha. Hal tersebut menjadikan potensi pengembangan budidaya kedelai Edamame menjadi besar (Zufrizal, 2008). Permintaan pasar Jepang terhadap Edamame mencapai 100.000 ton/tahun, dan Amerika sebesar 7.000 ton/tahun (Hakim L. & Suyamto, 2012). Indonesia mampu mengekspor 13,58% dari kebutuhan Jepang yaitu 6.790 ton kedelai Edamame segar beku pada tahun 2020 (Kementrian Pertanian, 2020). Tingginya permintaan ekspor khususnya Jepang, kedelai Edamame memiliki potensi besar untuk ditingkatkan hasil produksinya dalam memenuhi permintaan pasar.

Kedelai Edamame memiliki rata-rata produktivitas per hektar di Indonesia yaitu 10-12 ton (Firmansyah & Dhuha, 2014). Diskripsi benih Edamame yang digunakan untuk aplikasi yaitu varietas Ryoko 75 dengan produktivitas 3,5 ton/h dan daya kecambah 79% (lampiran 2). Produktivitas di Indonesia lebih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata produktivitas di Jepang yaitu 19,7 ton/ha (Mentreddy *et al.*, 2002).

Untuk meningkatkan produktivitas kedelai Edamame tersebut maka diperlukan inovasi dalam budidaya terutama pada aspek pemupukan. Jenis pupuk yang digunakan dalam budidaya Edamame yaitu pupuk kimia. Kedelai Edamame memerlukan takaran pupuk relatif lebih tinggi dari kedelai lokal, yaitu 100-150 kg Urea, 100-150 kg SP-36, dan 100-125 kg KCl (Asadi, 2016). Tingginya kebutuhan pupuk kimia tanaman kedelai dapat menyebabkan ekosistem lahan pertanian menjadi rusak, dan keseimbangan unsur hara dalam tanah menjadi terganggu (Yuliar, 2006). Pemakaian pupuk kimia yang cukup tinggi menyebabkan sisa-sisa zat kimia yang tertinggal ditanah mengikat molekul tanah sehingga tanah tidak lagi gembur dan menurunkan permeabilitas tanah (Herdiyanto & Setiawan 2015). Penggunaan pupuk kimia harus diminimalisir sehingga perlu dilakukan alternatif lain yaitu pemberian bakteri *Rhizobium* sp. yang dapat menambat N dari udara dengan membentuk nodul akar pada tanaman kacang-kacangan.

Pada tanaman kacang-kacangan, *Rhizobium* sp. mampu memberikan kontribusi ketersediaan Nitrogen sebesar 24-584 kg/ha/tahun dibandingkan dengan bakteri nonsimbiotik yang hanya sebesar 15 kg/ha/tahun (Shantharam & Mattoo, 1997). Kemampuan *Rhizobium* sp. dalam menambat N tergantung pada system enzim yang disebut *komplek nitrogenase*. *Nitrogenase* adalah enzim kompleks yang berperan dalam pengubahan bentuk Nitrogen bebas di udara menjadi Amonia (NH<sub>3</sub>). *Nitrogenase* dikode oleh sekitar 20 gen *nif*. Pada 20 gen *nif* tersebut terdapat gen *nifH* yang merupakan gen untuk mendeteksi keberadaan *nitrogenase* (Choo *et al.*, 2003). Namun, inokulasi secara langsung *Rhizobium* sp. ke dalam tanah tidak mudah, terutama untuk mempertahankan viabilitasnya di sekitar perakaran karena rentan terhadap berbagai variasi lingkungan tanah seperti suhu dan kekeringan (Wu *et al.*, 2012). *Rhizobium* sp. juga merupakan bakteri yang spesifik pada tanaman inang sehingga satu spesies *Rhizobium* sp. tidak dapat membentuk nodul untuk setiap tanaman legume (Cheng, 2008). Asosiasi antara *Rhizobium* sp. dengan kedelai harus memiliki kompatibilitas untuk saling mengenali calon mitra simbiosis yang kompatibel (Suryantini, 2017). Oleh karena itu, keberhasilan inokulasi *Rhizobium* sp. sangat ditentukan oleh kecocokan strain *Rhizobium* sp. dengan Edamame dan kualitas

inokulan yang digunakan. Astuti dkk. berhasil mendapatkan *Rhizobium* sp. *Indigenous* yang kompatibel dengan kedelai Edamame. Karakterisasi isolat B, E dan F memiliki warna merah muda dengan diameter 0,1 sampai dengan 0,2 cm. Bentuk elevasi pada setiap isolat berbeda yaitu isolat B (*convex*), isolat E (*conver papillate*), dan isolat F (*umbonate*). Ketiga isolat memiliki sifat gram negatif, sel berbentuk batang (basil), dan termasuk katalase positif (Fauzi, 2020).

Pupuk hayati perlu diproduksi dan dikomersialisasi sehingga dalam hal ini diperlukan adanya *carrier*. Pupuk hayati merupakan inokulan berbasis bahan pembawa (*carrier*) yang mengandung mikroba efektif (Suryantini, 2017). Kelangsungan hidup rhizobia di inokulan dipengaruhi oleh jenis pembawa (*carrier*), suhu penyimpanan dan lama penyimpanan dan interaksi mereka (Kremer & Peterson, 1983). *Carrier* merupakan bahan yang biasa digunakan untuk tempat hidup inokulum pupuk hayati dimana memiliki tujuan agar inokulum tetap hidup atau aktif untuk jangka waktu tertentu sampai mikroba digunakan. Bahan pembawa yang dapat digunakan berupa mineral liat atau zeolit, dan bahan pembawa inokulum serbuk dapat digunakan berupa bahan organik seperti kompos, arang, dan sekam (Putri *et al.*, 2010). Menurut Menaka (2007), bahan *carrier* yang baik adalah yang mampu meningkatkan viabilitas inokulan dengan melindungi bakteri selama jangka waktu penyimpanan. Penyimpanan Mikroorganisme bertujuan untuk menjaga agar biakan mikroba tetap hidup, ciri-ciri genetiknya tetap stabil dan tidak berubah. Waktu penyimpanan lebih lama dari inokulan mengurangi kelangsungan hidup inokulum (Kremer & Peterson, 1983). Menurut hasil penelitian Bachtiar *et al.* (2019) pada pengujian uji viabilitas *Rhizobium* sp. dengan berbagai jenis bahan pembawa mampu bertahan dalam penyimpanan. Viabilitas *Rhizobium* R35 terus meningkat dalam penyimpanan pada bahan pembawa 50% gambut + 50% *biochar* dan bahan pembawa 50% gambut + 25% *biochar* + 25% Fosfat alam dengan sterilisasi autoklaf. Bahan pembawa 50% gambut + 50% *biochar* menunjukkan hasil yang terus meningkat sebesar  $1,42 \times 10^8$  cfu/g hingga  $4,04 \times 10^8$  cfu/g pada umur simpan 2 bulan. Sedangkan bahan pembawa 50% gambut + 25% *biochar* + 25% Fosfat alam terus meningkat dari  $1,12 \times 10^8$  cfu/g hingga  $1,79 \times 10^8$  cfu/g pada umur simpan 2 bulan. Hasil penelitian Setiawati *et al.* (2017),

didapatkan bahwa lama penyimpanan 2 bulan pada pengamatan bahan pembawa gambut dapat mempertahankan populasi *Azotobacter* sp. dari  $2,43 \times 10^9$  cfu/g menjadi  $2,97 \times 10^9$  cfu/g. Dalam penelitian Argal *et al.* (2015) pada pengujian umur simpan *Rhizobium* sp. dengan lama penyimpanan 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan menunjukkan bahwa viabilitas bakteri menurun pada umur simpan yang lebih panjang dan memiliki viabilitas yang tinggi pada umur 1 bulan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tripti *et al.* (2017) yaitu jumlah bakteri mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya waktu simpan yaitu selama 180 hari dengan berbagai jenis *carrier* seperti *lignite* (batu bara muda), vermikompos, kotoran unggas, Dolomit dan Azolla.

Penggunaan pupuk nano yang berukuran kecil ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \mu\text{m}$ ) memiliki kelebihan yaitu lebih reaktif, langsung mencapai sasaran atau target karena ukurannya yang halus, serta dibutuhkan dalam jumlah kecil. Keistimewaan sifat nanomaterial adalah bahwa dia mampu melakukan penetrasi lebih cepat dan sifatnya bisa sangat berbeda dengan sifat yang dimiliki ketika zat tersebut masih dalam ukuran lebih besar (Yanuar & Widawati, 2014). Nano material akan memiliki / menghasilkan sifat fisik dan kimia, seperti bentuk, luas, dan sifat permukaan, komposisi dan aktivitas yang berbeda dibandingkan bahan asalnya (Pérez-de-Luque & Carmen Hermosín, 2013). Berdasarkan hasil penelitian Nusantara *et al.* (2011) tepung tulang giling yang berukuran halus ( $<250 \mu\text{m}$ ) dengan bobot 25 mg diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan atau bobot kering tanaman pakan ternak *P. phaseoloides*. Nano tulang sapi mengandung Kalsium yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan pengapuran, yaitu pengapuran berfungsi meningkatkan efektivitas dan efisiensi penyerapan zat-zat hara yang ada dalam tanah maupun yang diberikan melalui pupuk. Pemberian nano tulang sapi dengan dosis tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai pada lahan kering masam (Subandi & Andi Wijarnako, 2013).

Bahan pembawa inokulum atau sering disebut *carrier* pada dasarnya digunakan sebagai tempat hidup inokulum pupuk hayati sebelum diaplikasikan dengan tujuan agar mikrobia tetap hidup selama jangka waktu tertentu, sehingga dapat mengaktifkan kegiatan mikrobia agar mampu tumbuh dan berkembang pada saat digunakan. Oleh karena itu diperlukan penelitian viabilitas *Rhizobium* sp. pada berbagai *carrier* yaitu

gambut, *biochar* sekam padi, dan abu tulang sapi untuk menghasilkan viabilitas *Rhizobium* sp. yang tinggi pada umur simpan yang panjang. Penggunaan teknologi nano untuk *carrier* diharapkan dapat membantu keefektifan dan menjaga kualitas inokulum dalam mempertahankan viabilitasnya serta membantu inokulum bekerja dengan baik saat pengaplikasian pada permukaan benih kedelai agar dapat menutupi permukaan benih secara merata karena ukurannya yang halus adesinya akan lebih kuat dan efektif.

### **B. Perumusan Masalah**

1. Adakah saling pengaruh antara formula *carrier* dan umur simpan terhadap viabilitas dan kualitas *Rhizobium* sp. *Indigenous*?
2. Bagaimana efektivitas formula *carrier* terhadap viabilitas dan kualitas inokulum *Rhizobium* sp. *Indigenous* ?
3. Bagaimana pengaruh umur simpan terhadap viabilitas dan kualitas *Rhizobium* sp. *Indigenous*?

### **C. Tujuan**

1. Mengkaji saling pengaruh antara formula *carrier* dan umur simpan terhadap viabilitas dan kualitas *Rhizobium* sp. *Indigenous*.
2. Mengkaji efektivitas formula *carrier* terhadap viabilitas dan kualitas inokulum *Rhizobium* sp. *Indigenous*.
3. Mengkaji pengaruh umur simpan terhadap viabilitas dan kualitas inokulum *Rhizobium* sp. *Indigenous*.