

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kedelai Edamame atau lebih dikenal kedelai sayur merupakan salah satu jenis kedelai yang berasal dari Jepang. Kedelai ini memiliki biji yang relatif lebih besar dibandingkan dengan kedelai varietas lain yaitu (>30 g/100 biji) yang dipanen pada saat masih muda dan dipasarkan dalam bentuk segar maupun beku (Twisty Tjahyani *et al.*, 2015). Kedelai Edamame memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, dalam 100 g kedelai Edamame setidaknya mengandung 8 g (15% AKG) lemak total, 11 g (23% AKG) protein, 8 g (2% AKG) karbohidrat total, 3 g (11%) serat pangan, 300 mg (15% AKG) Natrium, 14% AKG zat besi, 9% AKG Kalium, 400 mg (56% AKG) Kalsium, selain memiliki nilai gizi yang tinggi, kedelai Edamame juga memiliki senyawa *Phytic Acid* yang lebih tinggi sehingga memiliki bentuk tanaman dan biji yang lebih tinggi (Pratama, 2020).

Kedelai Edamame memiliki peluang pasar ekspor yang besar. Jepang merupakan salah satu negara dengan permintaan kedelai Edamame yang cukup tinggi yaitu 150.000-160.000 ton/ha. Produksi kedelai Edamame di Jepang sendiri hanya mencapai 90.000 ton/h, sehingga kekurangannya sebanyak 60.000-70.000 ton/h diimpor dari negara-negara ASEAN salah satunya Indonesia. Kedelai Edamame sendiri digunakan oleh warga lokal untuk melakukan pemujaan ataupun sesaji dalam prosesi keagamaan. Jepang merupakan salah satu negara yang memiliki lahan pertanian sempit, sehingga tidak dapat menambah jumlah produksi kedelai Edamame. Untuk itu diperlukan *ekspor* dari negara lain seperti Indonesia. Pada tahun 2020, Indonesia mampu mengekspor 6.790,7 ton kedelai Edamame segar beku ke Jepang. Jumlah tersebut setara dengan 13,58% dari jumlah total kebutuhan kedelai Edamame Jepang (Yordanio, 2015). Hal tersebut menjadikan potensi pengembangan budidaya kedelai Edamame menjadi besar (Maya, 2020). Rendahnya produksi kedelai Edamame di Indonesia dan tingginya permintaan pasar global khususnya Jepang menjadikan kedelai Edamame memiliki potensi yang besar untuk ditingkatkan produksinya baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

Kedelai Edamame mampu menghasilkan biji dengan ukuran yang relatif besar jika dibandingkan dengan kedelai varietas biasa. Namun, disisi lain kedelai

Edamame juga menyerap 3-4 kali lipat lebih besar unsur hara dalam tanah jika dibandingkan dengan kebutuhan unsur hara kedelai varietas biasa. Biji merupakan salah satu hasil fotosintesis tanaman, untuk menghasilkan biji dengan kualitas super diperlukan bahan untuk fotosintesis yang lebih besar yaitu unsur hara. Pada kedelai varietas lokal kebutuhan unsur Urea sebanyak 25 kg/h, pupuk SP-36 sebanyak 100-150 kg/h dan pupuk KCl sebanyak 50-75 kg/h (Manshuri, 2015), jika dibandingkan dengan kedelai lokal, jumlah kebutuhan unsur hara kedelai Edamame lebih banyak 3-4 kali, sebagai berikut Urea sebanyak 75 kg/h, SP-36 300 kg/h dan pupuk KCl 150 kg/h (Rahman, Tobing, & Setyono, 2019). Aplikasi pupuk pada tanaman yang diberikan perlakuan inokulum *Rhizobium* sp. hanya sebesar 50% dosis Nitrogen. Hal tersebut dikarenakan penggunaan inokulum mampu mencukupi kebutuhan Nitrogen sebanyak 100% apabila kualitas inokulum baik sesuai dengan anjuran dari Balittanah (Balai Penelitian Tanah, 2015) Jika tidak dilakukan pengaturan dalam menginput unsur hara maka dapat mengakibatkan kerusakan pada lahan pertanian. Apabila dilakukan pemberian pupuk NPK secara berlebihan ke dalam tanah akan menyebabkan kerusakan tanah. Penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan biologis, kimia dan fisika tanah. Sebagai contoh penggunaan pupuk anorganik dapat menurunkan populasi mikroorganisme dalam tanah serta dapat menurunkan jumlah Karbon didalam tanah. Untuk itu diperlukan pengaturan input unsur hada didalam tanah, agar jumlahnya tidak melebihi ambang batas dan tidak merusak tanah. Penggunaan pupuk urea yang tinggi mampu meningkatkan konsentrasi Nitrit (NO_2^-) dan Nitrat (NO_3^-) di dalam tanah (Mawaddah & Adhitasari, 2016). Nitrifikasi sangat berpengaruh terhadap kualitas lingkungan karena proses oksidasi NH_4^+ yang stabil menjadi NO_3^- yang mudah larut sehingga dapat menyebabkan pencemaran nitrat dalam tanah. Selain itu, konsentrasi nitrat yang tinggi dapat menyebabkan tingginya pertumbuhan alga, plankton, enceng gondok serta tumbuhan air lainnya (Darmono *et al.*, 2009). Penggunaan pupuk urea yang berlebihan akan mengakumulasikan ion H^+ yang berasal dari proses hidrolisis urea menjadi Nitrat. Proses hidrolisis mengubah $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ menjadi $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$, sehingga akan membuat tanah menjadi asam. Dari peningkatan akumulasi H^+ akan mengakibatkan ketersediaan beberapa unsur hara menjadi terganggu.

Unsur makro penyusun tubuh tanaman adalah Karbon, Hidrogen, Oksigen, dan Nitrogen. Ketiga unsur tersedia dalam bentuk Karbondioksida (CO₂), air (H₂O), dan Oksigen (O₂), sedangkan unsur Nitrogen yang bertugas dalam pembentukan senyawa protein tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman meskipun 80% senyawa ini terdapat diudara (Felix D. Dakora *et al.*, 2008). Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk menambat unsur Nitrogen dalam udara adalah menggunakan bakteri *Rhizobium* sp. yang kompatibel terhadap tanaman kedelai Edamame.

Rhizobium sp. merupakan salah satu jenis bakteri yang mampu mengikat unsur Nitrogen bebas yang berada di udara menjadi Amonia (NH₃) yang akan diubah menjadi asam amino yang selanjutnya menjadi Nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman (R. Sari & Retno Prayudyaningsih, 2015). *Rhizobium* sp. bersimbiosis dengan akar tanaman untuk membentuk nodul akar yang kemudian dapat menambat Nitrogen di udara. Dalam keadaan yang *kompatibel*, *Rhizobium* sp. dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan mengikat Nitrogen dengan prosentase mencapai 50-75% dari kebutuhan Nitrogen pada tanaman.

Berdasarkan penelitian Ratna *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa pemberian inokulum *Rhizobium* sp. 5 g/kg benih kedelai mampu menunjukkan hasil terbaik pada parameter bobot kering nodul akar, jumlah nodul akar, tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun. Pada penelitian yang dilakukan oleh Purwaningsih (2015) juga menyatakan bahwa inokulasi *Rhizobium* sp. pada kedelai Wilis dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil. Penelitian Pattipeilohy & Sopacua, (2014) menyatakan bahwa pemberian inokulum *Rhizobium* sp. dengan konsentrasi 7 g/kg benih pada tanaman kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah akar.

Efektivitas *Rhizobium* sp. dalam menambat Nitrogen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah bahan pembawa atau *carrier*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Harsono (2011), penggunaan *carrier* 100% gambut mampu memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil panen isi polong kedelai sebesar 31,4 polong isi/tanaman. Berdasarkan penelitian penggunaan bahan pembawa *biochar* dapat mempengaruhi pertumbuhan kedelai.

P. Sari (2010) bahan pembawa gambut+dolomit+arang mampu konsisten memberikan media tumbuh yang baik bagi bakteri pelarut Phospat.

Efektivitas *Rhizobium* sp. juga dapat ditentukan oleh umur simpan dalam *carrier*. Berdasarkan penelitian Argal *et al.*, (2015) penggunaan *carrier lignite* (batu bara muda) mampu memperpanjang umur simpan isolat *Rhizobium* sp. hingga umur 180 hari. Dengan jumlah bakteri pada hari ke-180 mencapai $0,75 \times 10^5$ CFU/g. Penggunaan *carrier* jenis *lignite* juga berpengaruh nyata terhadap jumlah nodul, berat kering nodul, dan jumlah serapan Nitrogen jika dibandingkan dengan penggunaan jenis lain (Triplett & Sadowsky, 1992). Penggunaan berbagai *biochar* dari berbagai sumber dapat dijadikan *carrier Rhizobium* sp. pada tanaman kacang (Kimberly Hardy, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setiawati *et al.*, (2017) penggunaan bahan pembawa gambut dengan lama penyimpanan 2 bulan dapat meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. dari $2,43 \times 10^9$ cfu/g menjadi $2,97 \times 10^9$ cfu/g. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Thirumal *et al.*, (2017) penggunaan berbagai jenis bahan pembawa yang disimpan pada suhu 4°C dan $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ mengalami penurunan jumlah populasi setelah penyimpanan selama 4 bulan. Pada suhu 28°C bahan pembawa lignit mampu mempertahankan jumlah bakteri *Rhizobium* sp. sebanyak 5×10^7 cfu/g pada bulan ke-7. Berdasarkan spesifikasi ketentuan pupuk hayati, minimum jumlah bakteri yang terkandung dalam suatu bahan pembawa adalah 5×10^7 cfu/g (Thirumal *et al.*, 2017)

Penggunaan tepung tulang giling merupakan salah satu sumber unsur hara bagi kolonisasi FMA dan meningkatkan bobot kering total pada akar tanaman *P.Phaseoloides*. Tepung tulang giling dengan ukuran halus ($<250 \mu\text{m}$) maksimal sebanyak 40 mg atau berukuran kasar ($>250 \mu\text{m}$) namun dengan bobot yang lebih tinggi (>40 mg) dapat diaplikasikan untuk memproduksi inokulan FMA *G. etunicatum* (Nusantara *et al.*, 2011). Bahan pembawa yang digunakan harus berukuran kecil sehingga mampu melekat dengan kuat dan menutupi keseluruhan permukaan benih. Ukuran bahan pembawa (*carrier*) diubah menjadi partikel kecil yang disebut nanopartikel. Kelebihan nano partikel adalah kemampuan menembus ruang-ruang antar sel yang dapat ditembus oleh partikel kolodial, serta nano partikel fleksibel untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi (Buzea *et al.*, 2007)

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana hubungan saling mempengaruhi formulasi nano *carrier* dan umur simpan isolat *Rhizobium* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame?
2. Bagaimana pengaruh formulasi nano *carrier* isolat *Rhizobium* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame?
3. Bagaimana pengaruh umur simpan isolat *Rhizobium* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengkaji hubungan saling mempengaruhi antara formulasi nano *carrier* dan umur simpan isolat *Rhizobium* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame.
2. Mengkaji pengaruh formulasi nano *carrier* isolat *Rhizobium* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame.
3. Mengkaji pengaruh umur simpan isolat *Rhizobium* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame.