

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kedelai Edamame mulai diperdagangkan dan semakin menyebar ke penjuru negara tujuan perdagangan diantaranya Jepang, Korea, Indonesia, India, Amerika, dan Australia (Retno, dkk., 2015). Kandungan yang terdapat pada kedelai Edamame mengandung 40% protein sebagai protein nabati untuk meningkatkan gizi (Balai Penelitian Tanaman Pangan, 2004). Kedelai Edamame merupakan sumber pangan yang memiliki nilai gizi tinggi. Keunggulan dari biji Edamame yaitu memiliki biji yang lebih besar, rasa lebih manis, dan tekstur lebih lembut dibandingkan kedelai biasa. Biji kedelai Edamame beku varietas Ryoko mempunyai bobot berat 100 biji antara 40-56 gram (BBPP, 2015).

Kegiatan ekspor kedelai Edamame ke negara Jepang sangat terbuka lebar. Rata-rata produksi Edamame di Indonesia sekitar 3,5 ton/ha lebih tinggi daripada kedelai biasa yang hanya mempunyai rata-rata produksi 1,7 – 3,2 ton/ha (Rahman, dkk., 2019). Negara Jepang dalam memenuhi kebutuhan pasar kedelai Edamame sekitar 150.000 ton/tahun sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut Jepang harus mengimpor Edamame dari berbagai negara termasuk Indonesia (Yulianti, dkk., 2013). Indonesia hanya mampu memenuhi permintaan ekspor Edamame Jepang sebanyak 3,5%. Jumlah produksi yang diekspor masih tergolong rendah dibandingkan negara pengekspor lainnya seperti Cina dan Taiwan (Bagus, 2006). Sehingga dibutuhkan upaya dalam peningkatan produksi agar dapat bersaing dengan negara-negara lainnya.

Dalam budidaya untuk meningkatkan produksi kedelai Edamame membutuhkan pupuk sintetis yang dianggap dapat cepat dan efektif dalam meningkatkan produksi. Dosis pupuk kedelai lokal adalah Urea 50-85 kg/ha, SP-36 sekitar 90-150 kg/ha, dan KCl 25-50 kg/ha (Kartahadimaja, dkk., 2010) sedangkan dosis pupuk anjuran kedelai Edamame adalah Urea 200 kg/ha, SP-36 200 kg/ha, KCl 100 kg/ha (Rahman, dkk., 2019). Para petani kedelai Edamame kebanyakan menggunakan pupuk sintetis N,P,K dengan dosis yaitu 600 kg per hektar. Hal tersebut sudah melebihi ambang batas yang disarankan oleh SNI yaitu ≤ 300 kg

(Diah, 2017), hal ini akan berdampak pada lingkungan dan rusaknya lahan pertanian, yaitu menyebabkan perubahan struktur tanah, penurunan kualitas tanah, dan pencemaran lingkungan serta air tanah. SP 36 merupakan pupuk tunggal yang memiliki kandungan fosfor yang bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan unsur fosfor pada tanaman, namun dalam penggunaan pupuk SP 36 yang berlebih menyebabkan tanah menjadi keras. Karena ion Al dan Fe yang terlarut dapat menyebabkan P terfiksasi membentuk ikatan Al-P dan Fe-P sehingga P pada pupuk SP 36 menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Unsur hara P yang berasal dari pupuk SP 36 akan mengalami berbagai reaksi seperti fiksasi dan retensi. Reaksi-reaksi tersebut akan menyebabkan P menjadi tidak tersedia bagi tanaman sehingga pemupukan menjadi rendah. Pupuk Urea mengandung unsur Nitrogen dalam bentuk ammonium. Pemberian yang berlebihan akan menyebabkan ammonium mengalami perubahan menjadi gas ammonia yang kemudian menguap ke udara dan terjadi nitrifikasi, ammonium mengalami oksidasi menjadi nitrat. Nitrogen dalam bentuk nitrat pada tanah akan mudah mengalami *Leaching*. *Leaching* menyebabkan Nitrogen semakin masuk ke dalam tanah yang menyebabkan Nitrogen tidak bisa terserap oleh tanaman dan dampak selanjutnya dapat menyebabkan tercemarnya air tanah. Tercemarnya air tanah akan merugikan bagi manusia karena manusia memanfaatkan air dari sumur untuk kebutuhan sehari-hari. Kandungan Nitrogen yang tinggi pada air untuk dikonsumsi berdampak pada kesehatan seperti terserang penyakit hipertensi. Untuk itu dibutuhkan alternatif lain dengan menggunakan inokulum *Rhizobium* sp. sebagai penambat N karena mempunyai gen *nif* yang terekspresi menjadi enzim *Nitrogenase* yang berfungsi dalam fiksasi Nitrogen. Enzim *Nitrogenase* adalah enzim yang bertugas dalam mengubah Nitrogen dalam tanah menjadi bentuk Nitrogen lain (Amonia), dan yang mudah bersimbiosis dengan nodul akar tanaman legum. Bakteri *Rhizobium* sp. dapat mencukupi 75% kebutuhan N pada tanaman (Winarso, 2005). Menurut Rahmawati (2005) *Rhizobium* sp. mampu mencukupi 80% kebutuhan Nitrogen tanaman Legum. Sutanto (2002) menyatakan Bakteri *Rhizobium* sp. mampu memfiksasi 100-300 kg N/ha.

Pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Vivin, dkk. (2017) bahwa bakteri yang diisolasi yang berasal dari tanah penanaman kedelai Edamame dapat disimpan

dan diidentifikasi sebagai jenis bakteri penambat N tipe bakteri *Rhizobium* sp. yang ditunjukkan dengan warna putih bening dan merah muda setelah dibiakkan dalam seleksi YMA + *Congo red*. Tingkat adaptasi tertinggi bakteri *Rhizobium* sp. pada kedalaman 15 cm dari permukaan tanah yaitu sebesar $6,88 \times 10^{30}$ CFU/g tanah. Diah (2017) menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa pemberian bakteri *Rhizobium* sp. sebagai *biofertilizer* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kedelai Edamame. Menurut Purwaningsih (2012) semua bakteri *Rhizobium* sp. yang dinokulasikan pada tanaman kedelai dapat membentuk nodul akar. Sementara berdasarkan hasil pengamatan Anggoro, dkk. (2017) bahwa pemberian *Rhizobium* sp. dan pupuk NPK majemuk dengan kadar 5 g *Rhizobium* sp. dan 100 ml pupuk majemuk NPK dapat meningkatkan hasil rata-rata pemanenan sebesar 45,3 gram pada tanaman kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merril).

Kedelai Edamame merupakan kedelai varietas introduksi dari negara Jepang, sehingga diperlukan penelitian strain *Rhizobium* sp. di Indonesia yang kompatibel. Asosiasi antara *Rhizobium* sp. dengan varietas kedelai mengharuskan adanya kompatibilitas antara keduanya adalah suatu keharusan untuk saling mengenali calon mitra simbiosis yang kompatibel (Suryantini, 2015). Hasil penelitian Fauzi dkk. (2020) telah mendapatkan isolat *Rhizobium* sp. yang kompatibel dengan kedelai Edamame.

Selain terdiri dari strain *Rhizobium* sp. efektivitas juga ditentukan oleh bahan pembawa (*carrier*). *Carrier* harus memberikan lingkungan yang aman untuk *Rhizobium* sp. selama penyimpanan, mempertahankan kelangsungan hidup *Rhizobium* sp. dan meningkatkan kinerja *Rhizobium* sp. ketika diaplikasikan pada tanah. Populasi mikrobial dapat menurun secara cepat selama masa penyimpanan dikarenakan bahan pembawa yang tidak cocok dan pengaruh dari bahan pembawa terhadap mikrobial. Bahan pembawa inokulum *Rhizobium* (*carrier*) merupakan bahan yang mengandung bakteri *Rhizobium* untuk inokulasi tanaman legum. Pada umumnya gambut digunakan sebagai bahan pembawa, gambut mengandung bahan organik kompleks yang memiliki kandungan nutrisi dan pH yang bervariasi. Bahan pembawa lainnya berupa mineral liat atau zeolit, dan bahan pembawa

inokulum serbuk dapat menggunakan berupa bahan organik yaitu arang, sekam, dan kompos (Putri dkk., 2010).

Hasil dari penelitian Arief Harsono (2011) hasil jumlah polong isi kedelai multi isolat *Rhizobium* sp. di lahan masam memberikan hasil terbaik dalam gambut 50% + arang 50% dengan pH karier 6,5 yang menghasilkan 6,88 g/tanaman. Dalam penelitian Taufiq Bachtiar, dkk. (2019) dalam pengujian uji viabilitas *Rhizobium* sp. dalam jenis bahan pembawa mampu bertahan dalam penyimpanan. Viabilitas *Rhizobium* sp. R35 terus meningkat dalam penyimpanan adalah pada bahan pembawa 50% gambut + 50% *biochar* dan bahan pembawa 50% gambut + 25% *biochar* + 25% FA dengan sterilisasi autoklaf. Bahan pembawa 50% gambut + 50% *biochar* menunjukkan hasil yang terus meningkat sebesar $1,42 \times 10^8$ cfu/g hingga $5,37 \times 10^8$ cfu/g. Sedangkan bahan pembawa 50% gambut + 25% *biochar* + 25% FA terus meningkat dari $1,12 \times 10^8$ cfu/g hingga $3,27 \times 10^8$ cfu/g. Bahan pembawa *biochar* dengan sterilisasi iradiasi sinar gamma Co-60 dapat berpengaruh nyata meningkatkan serapan N dan serapan P pada biji kedelai dan hasil tanaman kedelai varietas Mutiara 3.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Nusantara, dkk. (2007) bahwa tepung tulang merupakan sumber hara yang memiliki manfaat yang sama dengan pupuk buatan untuk meningkatkan bobot kering total tanaman dan kolonisasi FMA pada akar tanaman *P. phaseoloides*. Tepung tulang yang berukuran halus ($<250 \mu\text{m}$) dengan bobot 25 mg digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan atau bobot kering tanaman pakan ternak *P. phaseoloides*. Tepung tulang dengan ukuran halus ($<250 \mu\text{m}$) 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*.

Bahan pembawa harus melapisi permukaan benih secara merata dan dapat menempel dengan kuat pada permukaan benih kedelai agar *Rhizobium* sp. secara langsung menginfeksi nodul pada perakaran kedelai Edamame. Oleh karena itu bahan pembawa berupa gambut, *biochar*, dan tulang diubah menjadi ukuran nano. Berdasarkan penelitian Putri, dkk., (2017) bahwa aplikasi pupuk nano silikia pada benih tanaman padi hitam dapat meningkatkan jumlah stomata sebesar 142%, tinggi

tanaman 33%, serta tebal daun 100%. Penggunaan nanoteknologi pada pembuatan pupuk akan memberikan dampak terhadap hasil pertanian meningkat diantaranya dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta meningkatkan produksi dan kualitas produk tanaman (Yuliani, dkk., 2015). Penelitian Hartatik, dkk., (2020) memanfaatkan teknologi nano dengan memformulasi pupuk Urea + Zeolit yang disalut Kitosan dapat meningkatkan efisiensi pemupukan melalui kelarutan N yang *slow release* sehingga mampu mengurangi penguapan dan pencucian pupuk Urea. Bahan pembawa berupa gambut, *biochar*, dan tulang dengan formula nano diharapkan mampu melapisi serta melekat pada benih dan memberikan kondisi yang baik bagi *Rhizobium* sp. serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame.

B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana efektivitas formula nano inokulum *Rhizobium* sp. *Indigenous* ?
2. Apakah campuran formula nano dan inokulum *Rhizobium* sp. *Indigenous* dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame ?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengkaji pengaruh formula nano terhadap efektivitas inokulum *Rhizobium* sp. *Indigenous*.
2. Menentukan formula nano inokulum *Rhizobium* sp. *Indigenous* yang paling tepat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai Edamame.