

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Budidaya Padi (*Oryza sativa*)

Padi diklasifikasikan sebagai Kingdom *Plantae*, Divisio *Spermatophyta*, Subdivisio *Angiospermae*, Kelas *Monocotyledoneae*, Ordo *Poales*, Familia *Poaceae*, Genus *Oryza*, Spesies *Oryza sativa*. Tanaman padi yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis IR 64 (Suparyono dan Setyono, 1994). Umur padi IR 64 110-115 hari, lama fase vegetatif 45 hari, fase reproduktif 35 hari dan fase pematangan 30-35 hari. Padi IR 64 merupakan padi varietas unggul nasional (*released variety*) dan pertama kali dilepaskan pada tahun 1986 dengan SK 449/Kpts/TP.240/7/1986 tanggal 17 Juli tahun 1986. Padi IR 64 merupakan hasil persilangan tetua IR 5657-33-2-1/IR 2061-465-1-5-5. Hasil panen padi IR 64 bisa mencapai kurang lebih 5 ton/h. Bentuk tanaman padi IR 64 tegak dengan tinggi kurang lebih 85 cm dan memiliki anakan yang banyak. Berat 1000 butir benih padi IR 64 ialah 27 gram. Padi IR 64 memiliki rasa yang enak dan pulen dengan kadar amilosa 24,1%. Padi IR 64 memiliki ketahanan terhadap kerontokan dan rebah dan memiliki ketahanan terhadap hama seperti, tahan wereng coklat biotipe 1, biotipe 2, biotipe 3 dan wereng hijau, agak tahan terhadap bakteri busuk daun dan tahan virus kerdil rumput. Cocok untuk sawah irigasi dataran rendah di Jawa Timur (BBPTP, 2008).

Teknik budidaya tanaman padi IR64 mempunyai kriteria jarak tanam yaitu 20 x 20 cm. Dalam teknik budidaya hal yang harus diperhatikan yaitu pemupukan, dosis pemupukan harus sesuai dengan aturan. Menurut Djunainah dkk. (1993) dosis pemupukan tanaman padi yaitu pupuk kandang 25.000 kg/ha,

Urea 200 kg/ha, SP-36 150 kg/ha dan KCl 100 kg/ha. Pemupukan susulan juga dilakukan pada saat tanaman berumur 14 HSt, 30 HST, 40 HST.

B. Asosiasi *Rhizobacteri* sp pada Tanaman

Rhizobacteri adalah kelompok bakteri yang menguntungkan yang mengkolonisasi di daerah *rhizosfer*. Aktivitas *Rhizobacteri* menguntungkan bagi tanaman baik langsung maupun secara tidak langsung. *Rhizobacteri* osmotoleran adalah kelompok mikrobial yang mempunyai mekanisme osmoregulasi di dalam sistem fisiologinya, yaitu suatu mekanisme adaptasi selular, menghasilkan senyawa organik untuk mencegah bahaya dehidrasi sel, karena ada cekaman osmotik. Adaptasi untuk menghadapi cekaman osmotik pada dasarnya dapat dilakukan dengan tiga macam strategi, yaitu : (1) sintesis osmoprotektan secara *de novo*, (2) mengambil (*uptake*) senyawa osmoprotektan yang ada di lingkungannya, (3) mengubah komposisi dinding sel agar tidak rusak karena cekaman osmotik (Hartmann *et al.*, 1991). Senyawa osmoprotektan adalah senyawa organik dengan berat molekul rendah yang dapat berupa : (1) karbohidrat (*Glukosa, Sukrosa, Fruktosa*), (2) poliol (*Gliserol, Glukosilgliserol*), atau (3) turunan Asam amino (*Glisin betain, Prolin betain, Prolin, Glutamin betain*) (Hartmann, *et al.*, 1991).

Hasil penelitian Kusumastuti, dkk (1999) pada aras lengas tanah 40% maupun 80% kapasitas lapangan cenderung menunjukkan populasi yang sama dan dominasi yang saling bergantian antar ketiga isolat *Rhizobacteri*, baik pada campuran dua maupun tiga inokulum *Rhizobacteri osmotoleran*. Inokulasi campuran dua inokulum *Rhizobacteri osmotoleran* pada tanaman padi IR-36 di Udipsament pada

aras lengas 80% kapasitas lapangan mampu menghasilkan jumlah anakan terbanyak (17,55 batang) jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan tiga inokulum *Rhizobacteri osmotoleran* pada dua aras lengas tanah maupun perlakuan bahan organik ternyata menghasilkan hasil yang lebih rendah. Aras lengas 80% kapasitas lapangan tidak mempengaruhi waktu berbunga dan panen, sedangkan aras lengas tanah yang lebih rendah (40%) memberikan pengaruh terhadap waktu berbunga maupun panen, sehingga umur panen menjadi lebih panjang.

Mekanisme asosiasi antara *Rhizobacteri* dan tanaman berlangsung disekitar akar tanaman, yaitu sejumlah eksudat akar dalam berbagai bentuk senyawa karbon organik yang berfungsi substrat penyokong pertumbuhan dan aktivitas hidup *Rhizobacteri*. Sebaliknya *Rhizobacteri* memiliki kemampuan menghasilkan fitohormon tertentu seperti IAA, GAA dan kemampuan memfiksasi N serta menghasilkan osmoprotektan, sehingga bakteri tersebut berperan sebagai pupuk hayati bagi tanaman. Hasil penelitian Susilowati dkk (1997) pemberian inokulum *Rhizobacteri* pada tanah non steril pada kadar lengas 80% yang ditanami padi Gogo dapat meningkatkan kadar IAA sebanyak 46,97% pada rizosfer padi Gogo. Menurut Husen dkk (2011), fungsi *Rhizobacteri* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi dalam tiga kategori, yaitu: 1) pemacu/perangsang pertumbuhan (*biostimulants*) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh seperti asam indol asetat (IAA), Giberellin, Sitokinin, dan Etilen dalam lingkungan akar; 2) penyedia hara (*biofertilizers*) dengan menambat N_2 dari udara secara asimbiosis dan melarutkan

hara P yang terikat di dalam tanah; 3) pengendali patogen berasal dari tanah (*bioprotectants*) dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen seperti *Siderophore*, β -1,3- *glukanase*, *Kitinase*, *Antibiotik*, dan *Sianida*.

Berdasarkan penelitian (Astuti, 2002) telah dikaji isolat *Rhizobacteri* yang berpotensi sebagai pupuk hayati. Ini dilihat dari kemampuannya yang dapat menghasilkan hormon pertumbuhan dan osmoprotektan yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman dari cekaman kekeringan dan mampu memfiksasi N dari udara. Dalam penelitian ini menguji isolat *Rhizobacteri* secara tunggal dan campuran. Isolat campuran *Rhizobacteri* mempunyai kemungkinan akan memberikan hasil yang lebih baik. Selain itu, *Rhizobacteri* mampu menghasilkan hormon pertumbuhan berupa IAA dan Giberellin yang dapat memacu pertumbuhan rambut akar, percabangan akar yang memperluas jangkauan akar, sehingga tanaman berpeluang besar untuk menyerap hara lebih banyak, disamping mempunyai kemampuan fiksasi N yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga hasil tanaman meningkat.

Sedangkan penelitian Agung_Astuti dkk (2013) inokulasi kultur LB-cair *Rhizobacteri indigenus* Merapi dengan *carrier* media LB-cair + NaCl 2,75 M pada tanaman padi IR 64 menunjukkan ada beda nyata terhadap interaksi antara perlakuan frekuensi penyiraman dan macam inokulum mikrobial terhadap indikator pertumbuhan tanaman padi. Pengaruh ada beda nyata yaitu pada berat kering tajuk, yaitu kombinasi perlakuan frekuensi penyiraman 1 hari sekali tanpa inokulasi, yang sama dengan inokulasi isolat MB-MD, penyiraman 3 hari sekali

bahkan 6 hari sekali dengan inokulasi campuran isolat MA-MB-MD. Secara nyata bahwa kombinasi perlakuan tersebut dapat meningkatkan hasil tanaman padi.

C. Formulasi Inokulum *Rhizobacteri*

Inokulum merupakan kultur mikrobial yang diinokulasikan ke dalam medium pada saat kultur mikrobial tersebut pada fase pertumbuhan. Pada penelitian kali ini akan menggunakan formulasi bahan pembawa untuk perbiakan *Rhizobacteri indigenus* Merapi. Formulasi bahan pembawa bertujuan untuk mendapatkan inokulum dengan komposisi yang sesuai bagi pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri maupun jamur selama masa penyimpanan dan tetap memiliki efektivitas yang baik saat diaplikasikan sebagai pupuk hayati. Bahan pembawa inokulum yang lazim disebut sebagai *carrier* pada dasarnya merupakan suatu bahan yang dapat digunakan sebagai tempat hidup inokulum pupuk hayati sebelum diaplikasikan, sehingga harus dapat mengaktifkan kegiatan mikrobial agar mampu tumbuh dan berkembang pada saat digunakan (Putrina dan Fardedi, 2007).

Hal yang perlu diperhatikan untuk membuat bahan pembawa yang baik bagi mikroba ialah: 1) non toksik terhadap inokulum, 2) memiliki kapasitas absorpsi yang baik, 3) mudah untuk diproses dan bebas dari bahan yang dapat membentuk bongkahan, 4) mudah untuk disterilisasi atau dipasteurisasi, 5) tersedia dalam jumlah yang banyak, 6) harga tidak mahal, 7) memiliki kapasitas penyangga yang baik, 8) tidak bersifat toksik terhadap tanaman dan 9) memiliki sifat perekat bagi benih (FNCA, 2006). Bahan pembawa (*carrier*) yang digunakan harus memiliki nutrisi yang dibutuhkan bagi mikroba seperti air, karbon, energi, Nitrogen, elemen

mineral dan faktor pertumbuhan (suhu, pH, aerasi). Karbon adalah sumber utama dalam sintesa untuk menghasilkan sel baru dan karbohidrat merupakan sumber karbon yang mungkin dan paling ekonomis. Bakteri juga membutuhkan Nitrogen organik dalam bentuk asam amino tunggal atau material kompleks meliputi asam nukleat dan vitamin (Putrina dan Fardedi, 2007).

Dari syarat diatas maka formulasi yang digunakan untuk mengembangkan *Rhizobacteri indigenus* Merapi yaitu :

1. Ekstrak Tanah

Ekstrak tanah merupakan media yang di gunakan untuk memperbanyak *Rhizobacteri indigenus* Merapi. Tanah yang digunakan untuk ekstrak yaitu tanah Regosol. Kandungan unsur hara di tanah Regosol yaitu meliputi unsur hara makro dan mikro sehingga dapat dijadikan sebagai bahan untuk memperbaknyak bakteri. Menurut *Johnson et al.* 1960 dalam Suratin dkk (1999) kandungan media ekstrak tanah (MET) terdiri dari medium basal, ekstrak tanah, Glukosa, K_2HPO_4 , KNO_3 , $MgSO_4$, $CaCl_2$, $NaCl$, $FeCl_3$. Berdasarkan penelitian Suratin dkk (1999) jumlah koloni *Rhizobacteri* dipermukaan akar pada hari ke-4 yang diperbanyak dengan menggunakan ekstrak media tanah (MET) yaitu 45×10^8 CFU/g BK akar. Hal ini menunjukkan media ekstrak tanah (MET) mempunyai potensi sebagai *carrier*.

2. Air Kelapa

Air kelapa kaya akan Kalium hingga 17 %. Selain kaya mineral, air kelapa juga mengandung Gula antara 1,7 sampai 2,6 % dan Protein 0,07 hingga 0,55 %. Mineral lainnya antara lain Natrium , Kalsium , Magnesium , Ferum, Cuprum ,

Fosfor dan Sulfur (Bustamante, 2004). Sedangkan menurut Fanesa (2003) disamping kaya mineral, air kelapa juga mengandung berbagai macam vitamin seperti asam Sitrat, asam Nikotinat, asam Pantotenat, asam Folat, Niacin, Riboflavin, dan Thiamin. Terdapat pula dua hormon alami yaitu auksin dan sitokinin sebagai pendukung pembelahan sel embrio kelapa. Penelitian yang dilakukan oleh Putrina dan Fardedi (2007) menunjukkan bahwa air kelapa dapat digunakan sebagai media memperbanyak bakteri *Bacillus thuringiensis* Barliner dengan hasil sel $4,3 \times 10^{11}$ CFU/ml⁻¹ dan hasil penambahan air kelapa + air rendaman kedelai menghasilkan sel bakteri *Bacillus thuringiensis* Barliner $7,3 \times 10^{11}$ CFU/ml⁻¹.

3. Limbah tahu dan air rendaman kedelai

Limbah tahu mengandung N, P, K, Ca, Mg, dan C organik yang berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah. Berdasarkan analisis, bahan kering ampas tahu mengandung kadar air 99,34%, Protein 1,73%, Abu 0,11 %, Lemak 0,63 Nitrogen 0,05%. Kandungan-kandungan tersebut memiliki potensi untuk dapat meningkatkan kesuburan tanah dan tanaman (Hartati, 2010).

Kandungan bahan organik pada limbah tahu jika diolah dengan tepat menggunakan campuran bahan lain akan menghasilkan pupuk organik yang ramah lingkungan dan menyuburkan tanaman. Cara pembuatan dan bahan-bahan dalam membuat pupuk organik dari ampas tahu cukup mudah sehingga dapat diproduksi mandiri oleh masyarakat. Air rendaman kedelai mampu untuk dijadikan sebagai media perbanyak bakteri *Bacillus thuringiensis*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putrina dan Fardedi (2007) menunjukkan bahwa air

kedelai dapat digunakan sebagai media memperbanyak bakteri *Bacillus thuringiensis* Barliner dengan hasil sel $5,4 \times 10^{11}$ CFU/ml⁻¹.

4. Ekstrak Kecambah (*Taoge*)

Perkecambahan adalah proses pertumbuhan embrio dan komponen-komponen biji yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh secara normal menjadi tanaman baru. Komponen biji adalah struktur lain di dalam biji yang merupakan bagian kecambah, seperti calon akar (*radicle*), dan calon daun/batang (*plumule*) dan sebagainya. Sebelum embrio memulai aktivitasnya, selalu didahului dengan proses fisiologis hormon dan enzim. Dengan demikian, ada dua jenis aktivitas di sini, yaitu aktivitas morfologi dan aktivitas kimiawi. Aktivitas morfologi ditandai dengan pemunculan organ-organ tanaman seperti akar, daun dan batang. Sedangkan aktivitas kimiawi diawali dengan aktivitas hormon dan enzim yang menyebabkan terjadinya perombakan zat cadangan makanan seperti karbohidrat, protein, lemak dan sebagainya. Proses kimiawi berperan sebagai penyedia energi yang akan digunakan dalam proses morfologi, dengan demikian kandungan bahan kimia yang terdapat dalam biji merupakan faktor yang sangat menentukan dalam perkecambahan biji (Anonim, 2009).

Taoge merupakan kecambah yang berasal dari biji-bijian, seperti kacang hijau, yang memiliki bagian putih dengan panjang hingga tiga sentimeter. Kacang hijau termasuk dalam famili *Leguminosae*, sub famili *Papilionaceae*. Bentuk kecambah diperoleh setelah biji diproses selama beberapa hari. *Taoge* mengandung banyak sekali senyawa fitokimiawi yang sangat berkhasiat. Salah satunya adalah Kanavanin (*canavanine*), jenis asam amino bahan penyusun

Arginin yang paling banyak tersimpan dalam *taoge* alfafa. Dalam penelitian Andhika dkk (2008) memproduksi inokulum *Rhizobacteri* dengan menggunakan media ekstrak kedelai 42%, kentang 6% dan ekstrak *taoge* 42%.

D. Hipotesis

Diduga formulasi yang terbaik untuk pertumbuhan Isolat *Rhizobacteri indigenus* Merapi yaitu air kelapa 50% + air rendaman kedelai 50 %.