

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Mikroorganisme Pelarut Fosfat (MPF)**

Tanaman hanya dapat menyerap P dalam bentuk yang tersedia. P tanah baru dapat tersedia oleh perakaran tanaman atau mikrobia tanah melalui sekresi asam organik oleh akar atau mikrobia. Oleh karena itu mikrobia yang dapat melarutkan P memegang peranan penting dalam sistem pertanian (Hanafiah, dkk., 2009)

Mikroba pelarut fosfat hidup di sekitar perakaran tanaman, mulai permukaan tanah sampai kedalaman 25 cm. Keberadaannya berkaitan dengan jumlah bahan organik yang akan mempengaruhi populasi serta aktivitasnya dalam tanah. Mikroba yang hidup dekat daerah perakaran secara fisiologis lebih aktif dibanding mikroba yang hidup jauh dari daerah perakaran. Keberadaan mikroba pelarut fosfat beragam dari satu tempat ke tempat lainnya karena perbedaan sifat biologis mikroba itu sendiri. Terdapat mikroba yang hidup pada kondisi masam dan ada pula yang hidup pada kondisi netral dan basa, ada yang hipofilik, mesofilik dan termofilik ada yang hidup aerob maupun anaerob (Ginting, 2006).

Aktivitas mikroba tanah berpengaruh langsung terhadap ketersediaan fosfat di dalam larutan tanah. Sebagian aktivitas mikroba tanah dapat melarutkan fosfat dari ikatan fosfat tak larut (melalui sekresi asam-asam organik) atau mineralisasi fosfat dari bentuk ikatan fosfat-organik menjadi fosfat-anorganik. Selain tanaman, fosfat anorganik terlarut juga digunakan oleh mikroba untuk aktivitas dan pembentukan sel-sel baru, sehingga terjadi pengikatan (immobilisasi) fosfat (Santosa, 2007).

Pertumbuhan mikroorganisme pelarut fosfat sangat dipengaruhi oleh kemasaman tanah. Pada tanah masam, aktivitas mikroorganisme dipengaruhi oleh kelompok fungi sebab pertumbuhan fungi optimum pada pH 5-5.5. Pertumbuhan fungi menurun dengan meningkatnya pH. Sebaliknya pertumbuhan kelompok bakteri optimum pada pH sekitar netral dan meningkat seiring dengan meningkatnya pH tanah (Ginting, 2006).

Keberhasilan inokulasi pelarut fosfat pada kondisi lapangan dipengaruhi oleh beberapa faktor biologi, diantaranya adalah kandungan bahan organik. Tanah dengan kandungan bahan organik rendah tidak dapat memberikan kondisi lingkungan yang sesuai untuk aktivitas mikroorganisme pelarut fosfat. Penambahan bahan organik dengan inokulasi mikroorganisme pelarut fosfat dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme pelarut fosfat dan ketersediaan P tanah, terutama bila dikombinasikan dengan batuan fosfat (Hanafiah, 1994).

Aktivitas mikroba dalam rhizosfer dapat meningkatkan ketersediaan P dengan menurunkan pH dan melarutkan Fe-P dan Al-P, yang mungkin terikat oleh aluminium dan besi. Akar tanaman juga dapat mengeluarkan asam organik yang dapat melarutkan P dalam jumlah yang cukup besar dalam bentuk hydroxylapatite (Syers, dkk., 2008).

Kemampuan MPF dalam melarutkan fosfat berbeda-beda, antara lain tergantung dari macam dan jumlah asam organik yang dihasilkan serta sumber fosfat yang digunakan (Santosa, 2007). Kemampuan mikroba pelarut fosfat dalam melarutkan fosfat yang terikat dapat diketahui dengan membiakkan biakan murni-nya pada media agar *Pikovskaya* atau media agar ekstrak tanah yang berwarna putih keruh karena mengandung P tidak terlarut seperti kalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ). Pertumbuhan mikroba pelarut fosfat dicirikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni mikroba yang

tumbuh, sedangkan mikroba yang lain tidak menunjukkan ciri tersebut (Raharjo, dkk., 2007). Beberapa jamur dan bakteri yang besar perannya dalam pembebasan senyawa-senyawa fosfat organik adalah *Aspergillus*, *Penicillium*, *Bacillus* dan *Pseudomonas* melalui sekresi sejumlah asam organik seperti asam format, asetat, propionate, laktat, glikolat, fumarat dan suksinat (Hanafiah, dkk., 2009).



Gambar 1. Isolat jamur pelarut fosfat dalam biakan media *Pikovskaya*

Asam-asam organik sangat berperan dalam pelarutan fosfat karena asam organik tersebut relatif kaya akan gugus-gugus fungsional karboksil ( $-\text{COO}-$ ) dan hidroksil ( $-\text{O}-$ ) yang bermuatan negatif sehingga memungkinkan untuk membentuk senyawa kompleks dengan ion (kation) logam yang biasa disebut *chelate*. Asam-asam organik meng-*chelate* Al, Fe atau Ca, mengakibatkan fosfat terlepas dari ikatan  $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , atau  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  sehingga meningkatkan kadar fosfat-terlarut dalam tanah. Keadaan ini akan meningkatkan ketersediaan fosfat dalam larutan tanah. Pelarutan fosfat dari Al-P atau Fe-P pada tanah masam oleh asam organik yang dihasilkan MPF sebagai berikut:



paling luar, namun tidak masuk ke dalam sel tanaman inang. Tipe mikoriza ini paling banyak dijumpai pada tanaman berkayu seperti pinus. Sementara itu, pada endomikoriza (mikoriza internal), hifanya masuk ke dalam sel-sel korteks hingga ke endodermis tanaman inang. Endomikoriza dapat menembus dinding sel-sel korteks, tetapi tidak dapat melewati pita kaspari. Disamping itu, meskipun masuk ke dalam sel cendawan ini tidak merusak membran plasma atau membran vakuola sel tanaman inang. Di dalam sel, endomikoriza membentuk arbuskula yang berisi butiran-butiran fosfor, yang kemudian arbuskula tersebut menghilang setelah fosfor diserap oleh tanaman (Zulkarnain, 2009).

Jamur mikoriza memainkan peran penting dalam akuisisi nutrisi di banyak spesies tanaman. Ada dua tipe hubungan yang penting bagi nutrisi tanaman. Mikoriza Arbuskula (AM) menyerang akar dan mengembangkan miselium internal, bersama-sama memperpanjang miselium eksternal yang dapat meningkatkan panjang akar efektif. Semua mikoriza mengambil senyawa karbon yang dihasilkan oleh fotosintesis pada daun tanaman inang dan sebagai imbalannya mikoriza memasok nutrisi, khususnya P dan mikronutrien, yang mereka ambil dari larutan tanah. Simbiosis ini memainkan peranan besar dalam tanah miskin P dan mikronutrien, terutama seng (Zn). Ada perbedaan antara genotip AM, misalnya antara mereka memanfaatkan Al fosfat di tanah masam dan mereka menggunakan hydroxylapatites dalam keadaan tanah netral/alkali. Penggunaan mulsa sisa tanaman dapat meningkatkan perkembangan jamur mikoriza. Efisiensi AM dibatasi oleh suhu rendah, stres air dan pH tanah <5.0 serta oleh salinitas, konsentrasi racun Al, Fe dan Mn, dan juga oleh penambahan besar pupuk P larut (Amberger, 2006).

Manfaat CMA (Cendawan Mikoriza Arbuskular) dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu untuk tanaman, ekosistem, dan bagi manusia. Bagi tanaman, CMA sangat

berguna untuk meningkatkan serapan hara, khususnya unsur fosfat (P). Manfaat CMA bagi ekosistem, CMA menghasilkan enzim fosfatase yang dapat melepaskan unsur P yang terikat unsur Al dan Fe pada lahan masam dan Ca pada lahan berkapur sehingga P akan tersedia bagi tanaman. CMA juga berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu membuat tanah menjadi gembur. Mikoriza juga dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan obat-obatan, terutama jenis ektomikoriza, seperti jamur kuping dan jamur merang. Jenis ini mudah dikenali dan dapat dikonsumsi karena mempunyai batang buah dan mengandung protein yang tinggi, vitamin, fosfat, dan kalsium. Namun, jenis ini juga mengandung bahan toksik sehingga dapat menyebabkan keracunan bila dikonsumsi (Musfal, 2010).

Keuntungan lain yang diperoleh dari cendawan ini adalah dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas lingkungan, mempertahankan stabilitas ekosistem dan keanekaragaman hayati karena dapat mempercepat terjadinya suksesi secara alamiah pada habitat-habitat yang mengalami gangguan yang ekstrim, memperbaiki struktur tanah, sebagai jembatan transfer karbon dari akar tanaman ke organisme tanah lainnya. Keberadaan cendawan di dalam tanah bersinergis dengan mikroba potensial seperti bakteri penambat nitrogen (keberadaan CMA diperlukan tanaman leguminosa untuk pembentukan bintil akar dan efektifitas penambatan nitrogen oleh rhizobium/bradyrhizobium) dan bakteri pelarut fosfat, jasad-jasad renik selulotik seperti *Tricoderma* sp. (Husna, dkk., 2007)

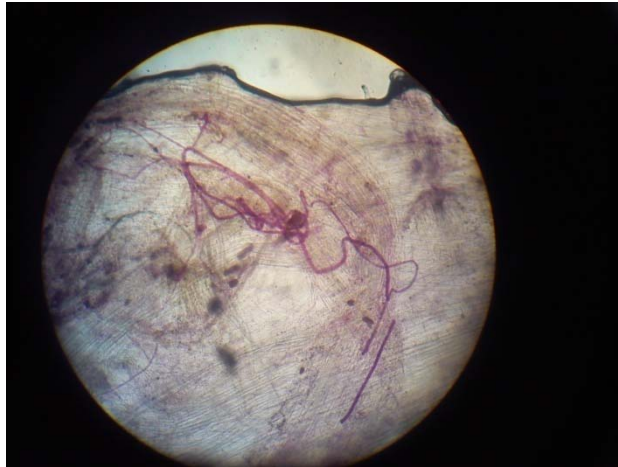
Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap perkembangan CMA. Lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman biasanya juga cocok untuk perkembangan spora CMA. Cendawan ini dapat hidup dalam tanah yang berdrainase baik hingga yang tergenang seperti lahan sawah. CMA banyak dijumpai pada

tanah dengan kadar mineral tinggi, baik pada hutan primer, hutan sekunder, kebun, padang alang-alang, pantai dengan salinitas tinggi, dan lahan gambut (Soelaiman dan Hirata, 1995 *dalam* Musfal, 2010).

Selain itu, efektivitas mikoriza juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan tanah yang meliputi faktor abiotik (konsentrasi hara, pH, kadar air, suhu, pengolahan tanah dan penggunaan pupuk/pestisida) dan faktor biotik (interaksi mikrobial, spesies cendawan, tanaman inang, tipe perakaran tanaman inang, dan kompetisi antar cendawan mikoriza (Hanum, 2012).

Penggunaan pupuk dan insektisida pada pertanian konvensional dapat mempengaruhi perkembangan simbiosis mikoriza arbuskuler dalam tanah. Misalnya penggunaan dosis pupuk P yang tinggi dapat menekan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman. Oleh karena itu ada batas maksimal pemberian pupuk P untuk berfungsinya simbiosis secara optimal (Simanungkalit, 2006).

Prinsip kerja dari mikoriza ini adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza akan mampu meningkatkan kapasitas penyerapan unsur hara (Hanafiah, dkk., 2009). Akar-akar tanaman mengantarkan bahan-bahan ke fungi (sebagian berupa eksudat-oksidad), dan fungi membantu meneruskan nutrisi-nutrisi dan air ke akar tanaman (Yulipriyanto, 2010).



Gambar 2. Infeksi mikoriza pada akar tanaman jagung

Jika mikoriza harus efektif dalam serapan hara, hifanya harus tersebar melampaui zona defisiensi hara dan berkembang disekitar akar. Zona defisiensi hara terbentuk jika hara dalam larutan tanah hilang lebih cepat dibandingkan kecepatan penggantian melalui difusi. Untuk ion-ion yang kurang mobil seperti fosfat, zona defisiensi akar dapat terbentuk di dekat akar. Hifa dapat menjembatani zona defisiensi dan tumbuh dalam tanah dengan penyediaan fosfor yang cukup (Handayanto dan Chairiah, 2007).

Perkembangan CMA berkorelasi erat dengan jumlah eksudat akar. Hal ini disebabkan karena dari akar dikeluarkan eksudat yang mengandung bahan-bahan organik termasuk karbohidrat dan asam amino yang berguna bagi perkecambahan spora mikoriza tersebut. Adanya CMA dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air. Bagi tanaman sendiri pengaruh adanya mikoriza sangat menguntungkan karena terjadinya pemindahan unsur hara dari mikoriza ketanaman inang ini menyebabkan kepekaan unsur hara terutama P jaringan tanaman yang terinfeksi, jauh lebih tinggi daripada yang tidak terinfeksi (Simanjuntak, 2004).

Jamur mikoriza juga berinteraksi dengan berbagai organisme di dalam rizosfer. Interaksi tersebut dapat bersifat positif, negatif atau netral terhadap



asosiasi mikoriza atau terhadap komponen tertentu pada rizosfer (Handayanto dan Chairiah, 2007). Mikoriza diketahui berinteraksi sinergis dengan bakteri pelarut fosfat atau bakteri pengikat N. Inokulasi bakteri pelarut fosfat (PSB) dan mikoriza dapat meningkatkan serapan P oleh tanaman tomat dan pada tanaman gandum. Kolonisasi oleh mikoriza meningkat bila tanaman kedelai juga diinokulasi dengan bakteri penambat N, *b. japonicum* (Hanum, 2012).

Inokulasi CMA mampu meningkatkan persentase infeksi CMA, sehingga berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan hasil jagung. Adanya pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan hasil jagung akibat inokulasi CMA disebabkan lebih tingginya serapan P pada tanaman jagung (Mahbub, 2004).

CMA (Cendawan Mikoriza Arbuskular) dapat mengefisienkan penggunaan pupuk hingga 50%. Pemberian 50% pupuk NPK ditambah CMA 15 g/batang memberikan hasil pipilan kering jagung yang tidak jauh berbeda dengan pemberian 100% NPK (Musfal, 2010).

Mungkin ada prospek yang cukup baik untuk meningkatkan efisiensi penggunaan P oleh tanaman dengan memilih genotip yang sesuai dengan karakteristik panjang rambut akar, produksi asam organik di rhizosfer, dan berasosiasi dengan mikoriza untuk tanah dengan status P rendah. Pendekatan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan P mungkin lebih tepat daripada berusaha untuk memodifikasi arsitektur akar, yaitu bentuk dan percabangan sistem akar, yang sering disarankan sebagai cara untuk meningkatkan serapan nutrisi. Bukti lapangan menunjukkan bahwa distribusi akar dalam tanah jauh lebih tergantung pada karakteristik fisik tanah dari pada bentuk yang melekat pada sistem akar (Syers, dkk., 2008).

## Unsur Hara Fosfor

Unsur fosfor (P) adalah unsur esensial kedua setelah N yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar. Ketersediaan fosfat di dalam tanah jarang yang melebihi 0.01% dari total P. Sebagian besar bentuk fosfat terikat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Ginting, 2006).

Tanaman menyerap hara fosfor dalam bentuk ion orthofosfat yakni :  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dan  $\text{PO}_4^{3-}$  dimana jumlah dari masing-masing bentuk sangat tergantung pada pH tanah. Pada tanah-tanah yang bereaksi masam lebih banyak dijumpai bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan pada tanah alkalis adalah bentuk  $\text{PO}_4^{3-}$  (Damanik, dkk., 2011).

Pada tanaman, fosfor berperan dalam transfer energi, bagian dari ATP (adenosin trifosfat), ADP (adenosin difosfat), penyusun protein, koenzim, asam nukleat, dan senyawa-senyawa metabolik yang lain. Karena keterlibatan unsur P yang begitu banyak, maka ketersediaannya bagi tanaman menjadi sangat penting (Anas dan Premono, 1993).

Didalam tanah kandungan P total berkisar 0,02-0,15% P tergantung pada bahan induk penyusun tanah tersebut. Kandungan P organik di dalam tanah mineral berkisar 20-80%. Fosfat organik berasal dari senyawa-senyawa yang dibentuk di dalam sel tanaman, hewan dan mikroorganisme yang akan terlepas ketika organisme itu mati. Bentuk utama dari P organik di dalam tanah adalah ester dari asam orthophosphoric (Hanafiah, dkk., 2009).

Fosfat dalam bentuk anorganik adalah bentuk fosfat yang tersedia bagi tanaman. Fosfat ini dibagi dalam dua bentuk (1) kelompok P yang labil yang mana termasuk pada P yang berada pada permukaan mineral dan dapat dengan mudah diserap tanaman dan

ion fosfat dalam larutan tanah, (2) P yang terpresipitasi dengan Fe dan Al, dan menjadi tidak larut dan tidak tersedia bagi tanaman (Bardgett, 2005).

Defisiensi P oleh tanaman dapat disebabkan oleh dua faktor. Yang pertama adalah di mana P secara kimia terikat sebagai Fe atau Al-Fosfat, seperti pada tanah berpasir Ferralsols. Yang kedua adalah kapasitas Fe dan Al oksida dalam beberapa mineral liat kuat menyerap P yang ditambahkan dalam bentuk larut air seperti pada Nitosols (Amberger, 2006).

Awalnya P dalam senyawa larut dalam air, seperti fosfat monocalcium dalam superfosfat, dan masuk ke dalam larutan tanah sebagai ion fosfat. P ini kemudian diambil oleh akar atau terserap cepat ke partikel mineral atau bahan organik yang membentuk sebagian besar tanah. P ini akan terikat pada permukaan senyawa aluminium, besi atau kalsium. Jenis dan proporsi dari senyawa ini relatif terutama tergantung pada sifat dan ukuran partikel liat dan keasaman tanah. Pada awalnya reaksi adsorpsi berlangsung lambat untuk menghasilkan senyawa kalsium besi dan aluminium kurang mudah larut. Kecepatan yang teradsorpsi dengan P dilepaskan kembali ke larutan tanah untuk mengisi P diambil oleh akar tanaman tergantung pada kekuatan ikatan memegang P pada permukaan yang berbeda (Johnston, 2000).

Metode-metode mikrobiologis untuk mengevaluasi tersedianya fosfor di dalam tanah didasarkan atas fakta bahwa suatu perelisma tertentu telah diamati di antara sintesa sel mikrobial dan pemakaian fosfat. Observasi ini telah digunakan untuk melihat tersedianya fosfat pada waktu itu di dalam tanah (Sutedjo, dkk, 1996).

## **Inseptisol**

Inseptisol tersebar luas di Indonesia dengan luas 40.879.687 ha dari total lahan kering masam di Indonesia yaitu 102.817.113 ha dengan penyebarannya dominan terdapat di Sumatera (13.412.422 ha), Kalimantan (10.968.100 ha) dan Papua (9.928.395 ha) sedangkan luasnya di Jawa, Bali dan Sulawesi berturut-turut adalah 2.124.623 ha, 38.884 ha dan 4.407.263 ha (Mulyani, dkk., 2009).

Inseptisol berasal dari bahasa latin *inceptum* yang berarti mulai. Perkembangan horizon genetik baru dimulai dalam inceptisol masih dianggap lebih tua dibandingkan entisol. Secara khas Inceptisol mempunyai epipedon okerik dan mungkin memiliki horizon diagnosis lainnya, tetapi memperlihatkan sedikit bukti tentang pencucian dan penimbunan. Bukti mengenai pengaruh cuaca yang ekstrem tidaklah ada. Inceptisol tidak cukup memiliki sifat-sifat yang mencirikan untuk ditempatkan dalam salah satu dari delapan ordo tanah yang lainnya (Foth, 1994).

Inceptisol adalah tanah yang belum matang (*immature*) dengan perkembangan profil yang lebih lemah dibanding dengan tanah matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya. Banyak Inceptisol terdapat dalam keseimbangan dengan lingkungan dan tidak akan matang bila lingkungan tidak berubah. Pada tanah ini tidak ada proses pedogenik yang dominan kecuali *leaching*, meskipun mungkin semua proses pedogenetik adalah aktif (Hardjowigeno, 2003).

Karakteristik sifat tanah inceptisol biasanya memiliki solum dalam, mengalami pencucian dan pelapukan lanjut, terbatas horizon baur, kandungan mineral primer dan unsur hara rendah, konsistensi gembur dengan stabilitas agregat kuat dan terjadi penumpukan relatif seskuioksida di dalam tanah sebagai akibat pencucian silikat. Ciri-ciri dari tanah inceptisol adalah adanya horizon kambik, dimana terdapat horizon

penumpukan liat <20% dari horizon di atasnya, mencakup tanah sulfat masam (Sulfaquept) yang mengandung horizon sulfurik yang sangat masam, tanah sawah (aquept) dan tanah latosol. Sifat-sifat lain dari tanah ini adalah mempunyai warna tanah merah, coklat kemerahan, coklat, coklat kekuningan atau kuning tergantung bahan induk, warna batuan, iklim dan letak ketinggian. Perkembangan tanah akibat pengaruh iklim yang lemah, letusan vulkan atau topografi yang terlalu miring atau bergelombang (Munir, 1995).

Banyak Inceptisol berupa tanah-tanah debu vulkanik dan merupakan tingkat perkembangan terakhir Ultisol dan Oksisol di tropika basah. Tanah-tanah ini memiliki tanah liat amorf dan biasanya sangat asam. Banyak yang secara intensif digunakan untuk menghasilkan tebu, kopi, dan tanaman-tanaman lainnya (Foth, 1994).

Pemanfaatan Inceptisol pada masa yang akan datang secara maksimal perlu ditingkatkan. Sehingga secara keseluruhan prospek pemanfaatan Inceptisol di Indonesia masih dapat dikembangkan dengan budidaya yang tepat sesuai dengan kemampuan lahan tersebut (Munir, 1995).

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Percobaan**

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kasa Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dan analisis dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan dengan ketinggian tempat  $\pm 25$  m dpl. Penelitian ini dimulai pada Maret 2013 sampai dengan Agustus 2013.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan adalah contoh tanah Inseptisol Lahan Percobaan Fakultas Pertanian USU Kecamatan Medan Baru, benih tanaman jagung (*Zea mays* L.) sebagai tanaman indikator. Jamur pelarut fosfat jenis *Aspergillus niger* dan Mikoriza koleksi Laboratorium Biologi Tanah, media *Pikovskaya* (Lampiran.1) sebagai media spesifik untuk pertumbuhan *Aspergillus niger*, pupuk dasar meliputi Urea, Batuan Fosfat dan KCl serta bahan-bahan kimia yang dipergunakan untuk keperluan analisis laboratorium.

Alat yang digunakan adalah laminar air flow sebagai tempat mengisolasi jamur pelarut fosfat, polybag sebagai wadah tanam, timbangan untuk menimbang bahan-bahan yang digunakan, pH meter untuk mengukur pH tanah serta alat-alat laboratorium lainnya yang dipergunakan selama penelitian.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua faktor perlakuan dan 4 ulangan serta 2 tahap yaitu vegetatif dan generatif :

Faktor I : Jamur Pelarut Fosfat

$J_0$ : Tanpa Pemberian

$J_1$ :  $10^8$  populasi/ml inokulum

Faktor II : Mikoriza

$M_0$ : Tanpa pemberian

$M_1$ : 10 gr/polybag

$M_2$ : 20 gr/polybag

Dengan demikian jumlah unit penelitian diperoleh sebanyak 48 unit ( $2 \times 3 \times 4 \times 2$ ). Adapun susunan kombinasi perlakuan yaitu:

$J_0M_0$	$J_0M_1$	$J_0M_2$
$J_1M_0$	$J_1M_1$	$J_1M_2$

Model linier Rancangan Acak Kelompok :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \Sigma_{ijk}$$

Dimana :

$Y_{ijk}$  : Respon yang diperoleh pada pemberian jamur pelarut fosfat ke-j dan mikoriza ke-k pada ulangan ke-i

$\mu$  : Nilai Tengah Umum

$\rho_i$  : Pengaruh ulangan ke-i

$\alpha_j$  : Pengaruh pemberian jamur pelarut fosfat ke-j

$\beta_k$  : Pengaruh pemberian mikoriza ke-k

$(\alpha\beta)_{jk}$  : Pengaruh interaksi pemberian jamur pelarut fosfat ke-j dan pemberian mikoriza ke-k

$\Sigma_{ijk}$  : Faktor galat dari perlakuan

Selanjutnya data di analisis dengan Analisis Varian pada setiap parameter yang di ukur dan di uji lanjutan bagi perlakuan yang nyata dengan menggunakan Uji Jarak Duncan (Duncan's Multiple Range Test) taraf 5 %.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Pengambilan dan Penanganan Contoh Tanah**

Tanah Inseptisol diambil dari Lahan Percobaan Fakultas Pertanian USU, Kecamatan Medan Baru, secara komposit pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan tanah. Lalu tanah dikering udarkan dan dihaluskan kemudian diayak dengan ayakan 10 mesh dan dilakukan analisis tanah awal. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam polybag setara dengan 10 kg berat tanah kering oven.

#### **Persiapan Inokulan Jamur Pelarut Fosfat**

Pertama-tama adalah pembuatan media selektif *Pikovskaya* (Lampiran 1.) dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan media ke dalam medium 1 liter aquades, selanjutnya diaduk hingga homogen kemudian disterilkan pada autoklaf dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 30-40 menit lalu dibiarkan hingga dingin. Selanjutnya dimasukkan isolat sebanyak 2 hingga 3 ose kemudian diguncang selama 3 hari.

#### **Pemberian Perlakuan dan Penanaman**

Pupuk dasar Urea 250 ppm N (5,55 g urea/polybag) diberikan 1/3 bagian pada saat tanam, 1/3 bagian pada 30 HST dan 1/3 bagian pada 45 HST, KCl 100 ppm K (2,99 g KCl/polybag) diberikan 1/2 bagian pada saat tanam dan 1/2 bagian pada 45 HST dan batuan fosfat 125 ppm P (9,76 g batuan fosfat/polybag) diberikan 10 hari sebelum



tanam. Mikoriza diaplikasikan pada saat tanam yaitu pada tiap lubang tanam sedalam 2-3 cm dan kemudian ditanam benih jagung sebanyak 3 biji/polybag. Jamur pelarut fosfat diaplikasikan setelah tanaman tumbuh atau  $\pm$  berumur 1 hingga 2 minggu.

### **Pemeliharaan Tanaman**

Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman setiap hari sampai tanaman dalam keadaan kapasitas lapang. Kemudian satu minggu setelah tanam dilakukan penjarangan dengan meninggalkan satu tanaman. Setelah itu dilakukan penyiangan dan pemberantasan hama dan penyakit

### **Pemanenan**

Pemanenan dilakukan dua tahap, pemanenan pertama dilakukan pada masa akhir vegetatif tanaman yaitu setelah tanaman berumur  $\pm$  6-7 minggu setelah tanam dan pemanenan kedua dilakukan pada masa akhir generatif tanaman yaitu setelah tanaman berumur  $\pm$  13-14 minggu setelah tanam. Tanaman dipotong pada buku pertama dekat permukaan tanah atau tajuk tanaman.

### **Parameter Pengamatan**

1. pH H<sub>2</sub>O dengan metode Elektrometri pada akhir vegetatif
2. C-Organik Metode Walkey and Black pada akhir vegetatif
3. P tersedia tanah dengan metode Bray II pada akhir vegetatif
4. Tinggi tanaman (cm) pada akhir vegetatif
5. Diameter tanaman (cm) pada akhir vegetatif
6. Berat kering tajuk tanaman (g/polybag) pada akhir vegetatif
7. Berat kering akar tanaman (g/polybag) pada akhir vegetatif
8. Serapan P Tanaman Metode Pengabuan Kering pada akhir vegetatif
9. Derajat Infeksi Mikoriza pada akhir vegetatif

10. Populasi Jamur Pelarut Fosfat Metode MPN pada akhir vegetatif

11. Bobot 100 biji (g/polybag) pada akhir generatif

### **Analisis Parameter**

Setiap perlakuan dilakukan analisis awal sesuai dengan parameter pengamatan. Pengukuran pH ( $H_2O$ ) menggunakan perbandingan 1 : 2,5 yang diukur menggunakan pH meter. Parameter P-Tersedia tanah dilakukan dengan menggunakan metode P-Bray II, Serapan P Tanaman menggunakan metode pengabuan kering, pengamatan C-organik dilakukan dengan menggunakan metode *Walkey and Black*. Parameter derajat infeksi mikoriza di amati dengan menggunakan mikroskop. Parameter amatan jumlah populasi jamur pelarut fosfat dengan metode MPN, yaitu dengan mengambil 10 gram tanah dan dilarutkan pada 90 ml air steril. Setelah itu, diambil 1 ml larutan tanah dan dimasukkan ke dalam tabung *Durham* dan dilakukan pengenceran seri sampai 9x pengenceran dengan 3 ulangan pada media *Pikovskaya* cair. Diamati kekeruhan larutan dan dibaca jumlah populasi jamur pelarut fosfat menggunakan tabel MPN yang ada. Parameter pH ( $H_2O$ ), P-tersedia, Serapan P tanaman, C-Organik, derajat infeksi mikoriza dan jumlah populasi jamur pelarut fosfat dilakukan pada akhir masa vegetatif tanaman. Parameter bobot 100 biji dilakukan dengan menimbang bobot pipilan kering serta menghitung jumlah biji pipilan kering. Bobot 100 biji dihitung pada akhir masa generatif tanaman.