PENGARUH BAKTERI PELARUT FOSPAT TERHADAP KETERSEDIAAN FOSPAT DAN PERTUMBUHAN TANAMAN

IDA NURSANTI[1]

Abstract

Soil has runs out of phosphore.Moreover, P fertilizing is inefficient because the P compound to be absorved by plants is bound to the other compound. Consequently, it is suggested that farmers use phosphate solvent microba such as phosphate solvent bacteria. As biofertilizer, phosphate solvent bacteria may function as a provider of P substance and soil arranger,besides, it is enviroment-friendly. Several types of phosphate solvent bacteria that significantly provide P substance and support the growth of plants are pseudomonas, bacillus,bacterium, citribacter and escherrechia.

PENDAHULUAN

Dalam upaya meningkatkan hasil pertanian di Indonesia dihadapi berbagai kendala kesuburan tanah yaitu pada lahan kering ketersediaan P di dalam tanah sangat rendah karena pengikatan P tanah oleh seskuioksida, senyawa organik atau pelapukan bahan induk yang kurang reaktif, sehingga hanya 10%-30% dari pupuk P yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Kebanyakan lahan di Indonesia telah jenuh fospat (jumlah P di tanah 2 ton/ha), namun P tersebut tidak dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin oleh tanaman karena P dalam bentuk terikat sehingga petani tetap melakukan pemberian P di dalam tanah melalui pemupukan fospat (Yuwono dan Rosmarham, 2002)

Pada tanah masam P bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P, Fe-P sedangkan pada tanah bereaksi basa, pada umumnya P bersenyawa sebagai Ca-P. Adanya pengikatan-pengikatan P tersebut menyebabkan pupuk P yang diberikan menjadi tidak efisien, sehingga perlu diberikan dalam takaran yang tinggi. Menurut Prihatin (2003) tanaman memanfaatkan P hanya sebesar 10-30% dari pupuk P yang diberikan, berarti 70-90% pupuk P tetap berada di dalam tanah.

Fospor (P) termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fospat terutama $H_2PO_4^-$ yang lebih banyak terdapat pada tanah masam dan HPO_4^{2-} lebih dominan pada tanah basa. Disamping ion-ion tersebut tanaman dapat menyerap P dalam bentuk asam nukleat, fitin dan fosfohumat.

Permasalahan terikatnya P di dalam tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman dapat diatasi denga berbagai cara, salah satunya adalah dengan memanfaatkan bakteri pelarut posfat sebagai pupuk hayati.

[1] Dosen Tetap Yaysan Fak. Pertanian Universitas Batanghari

Penggunaan bakteri pelarut P sebagai pupuk hayati mempunyai keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari ling-kungan, mampu membantu mening-katkan kelarutan P yang terjerap, menghalangi terjerapnya P pupuk oleh unsur-unsur penjerap dan mengurangi tosisitas Al^{3+}, Fe^{3+} dan Mn^{2+} terhadap tanaman pada tanah masam. Pada jenis-jenis tertentu mikroba ini dapat memacu pertum-buhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta menahan penetrasi patogen akar karena mikroba ini mampu meng-kolonisasi akar dan menghasilkan se-nyawa antibiotik (Setiawati,2003)

Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri pelarut fospat dapat meningkatkan keter-sediaan P di dalam tanah dan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P serta dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Penggunaan pupuk hayati berupa inokulan bakteri fospat dengan tanpa pemberian pupuk TSP dapat mening-katkan hasil jagung yang setara dengan pemberian TSP (Prihartini, 2003).

SENYAWA FOSPAT DI DALAM TANAH

Fosfor di dalam tanah dapat di-bedakan dalam dua bentuk yaitu P-organik dan P anorganik. Kandungan-nya sangat bervariasi tergantung pada jenis tanah, tetapi pada umumnya ren-dah (Handayanto dan Hairiyah,2007)

Ketersediaan P-organik bagi ta-naman sangat tergantung pada akti-vitas mikrobia untuk memineral-isasikannya. Namun seringkali hasil mineralisasi ini segera bersenyawa dengan bagian-bagian anorganik untuk membentuk senyawa yang relatif sukar larut. Enzim fostafase berperan utama dalam melepaskan P dari ikatan P-organik. Enzim ini banyak dihasilkan dari mikrobia tanah,terutama yang bersifat heterotrof. Aktivitas fosfatase dalam tanah meningkat dengan me-ningkatnya C-organik,tetapi juga di-pengaruhi oleh pH, kelembaban tem-peratur dan faktor lain. Dalam ke-banyakan tanah total P-organik sangat berkorelasi dengan C-organik tanah, sehingga mineralisasi P meningkat de-ngan meningkatnya C-organik. Sema-kin tinggi C-organik dan semakin ren-dah P-organik semakin meningkat immobilisasi P. Fosfat anorganik dapat diimmobilisasi menjadi P-organik oleh mikrobia dengan jumlah yang bervariasi antara 25-100%.

P-anorganik berupa senyawa $3Ca(PO_4)CaF$ Fluor apatit, $3Ca_3(PO_4)_2CaCO_3$ Carbonat apatit, $3Ca_2(PO_4)_2Ca(HO)_2$ Hidroksi apatit, $3Ca_3(PO_4)_2CaO$ Oksi apatit, $Ca(PO_4)_2CaCO_3$ Tri kalsium Phosfat, $Ca_3(PO_4)_2$ Dikalsium phosfat, $AlPO_4 2H_2O$ Variscit, $FePO_4 2H_2O$ Strengit.

PERANAN FOSPAT PADA TANAMAN

Fospor merupakan unsur hara esensial makro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman mem-peroleh unsur P seluruhnya berasal dari tanah atau dari pemupukan serta hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Jumlah P total dalam tanah cukup banyak, namun yang tersedia bagi tanaman jumlahnya rendah hanya 0,01 – 0,2 mg/kg tanah (Handayanto dan Hairiyah,2007).

Fospor yang diserap tanaman tidak direduksi, melainkan berada di dalam senyawa organik dan organik dalam bentuk teroksidasi. Fospor organik banyak terdapat di dalam cairan sel sebagai komponen sistim penyangga tanaman. Dalam bentuk anorganik, P terdapat sebagai *fosfolipid* yang merupakan komponen membran sitoplasma dan kloroplas. *Fitin* merupakan simpanan fospat dalam biji, *gula fospat* merupakan senyawa antara dalam berbagai proses metabolisme tanaman. *Nukleoprotein* merupakan komponen utama DNA dan RNA inti sel. ATP, ADP dan AMP merupakan senyawa berenergi tinggi untuk metabolisme.

Peranan P pada tanaman penting untuk pertumbuhan sel, pembentukan akar halus dan rambut akar, memperkuat tegakan batang agar tanaman tidak mudah rebah, pembentukan bunga, buah dan biji serta memperkuat daya tahan terhadap penyakit. Tanaman jagung menghisap unsur P dalam bentuk ion sebanyak 17 kg/ha untuk menghasilkan berat basah tanaman 4200 kg/ha (Premono,2002).

Kekurangan P pada tanaman akan mengakibatkan berbagai hambatan metabolisme, diantaranya dalam proses sintesis protein, yang menyebabkan terjadinya akumulasi karbohidrat dan ikatan-ikatan nitrogen. Kekurangan P tanaman dapat diamati secaa visual, yaitu daun-daun yang lebih tua akan berwarna kekuningan atau kemerahan karena terbentuknya pigmen antisianin. Pigmen ini terbentuk karena akumulasi gula di dalam daun sebagai akibat terhambatnya sintesa protein. Gejala lain adalah nekrotis atau kematian jaringan pada pinggir atau helai daun diikuti melemahnya batang dan akar terhambat pertumbuhannya.

BAKTERI PELARUT FOSPAT

Mikrobia yang berperanan dalam pelarutan fospat adalah bakteri, jamur dan aktinomisetes. Dari golongan bakteri antara lain: *Bacillus firmus, B. subtilis, B. cereus, B. licheniformis, B. polymixa, B. megatherium Arthrobacter, Pseudomonas, Achromobacter, Flavobacterium, Micrococus* dan *Mycobacterium. Pseudomonas* merupakan salah satu genus dari Famili *Pseudomonadaceae* (Hasanudin,2003).

Bakteri pelarut fospat merupakan bakteri decomposer yang mengkonsumsi senyawa carbon sederhana, seperti eksudat akar dan sisa tanaman. Melalui proses ini bakteri mengkonversi energi dalam bahan organik tanah menjadi bentuk yang bermanfaat untuk organisme tanah lain dalam rantai makanan tanah. Bakteri ini dapat merombak pemcemar tanah, dapat menahan unsur hara di dalam selnya.

Aktivitas bakteri pelarut posfat akan tinggi pada suhu 30^{o}C – 40^{o}C (bakteri mesophiles) , kadar garam tanah < 0,85% dengan kondisi aerasi tanah baik dan reaksi tanah yang mendukung aktivitas bakteri ini adalah pada pH 4-5 (Handayanto, 2007)

Menurut Mujib (2006)BPF *P. putida* maupun *P. aeruginosa* terbukti telah mampu tumbuh pada medium tanah yang mempunyai pH 4,2. jumlah *P. putida* setelah 20 hingga 40 hari setelah penanaman adalah 5 – 6 x 106 CFU/g akar. Sedangkan jumlah *P. aeruginosa*/g tanah setelah akhir pengamatan lebih rendah jika dibandingkan dengan jumlah koloni *P. putida.* beberapa spesies dari *Pseudo-*

*monas*sp mempunyai kemam-puan yang rendah untuk tumbuh pada kondisi asam (pH dibawah 4,5).

BAKTERI PELARUT FOSPAT DAN KETERSEDIAAN FOSFOR

Reaksi yang terjadi selama proses pelarutan P dari bentuk tak tersedia adalah reaksi khelasi antara ion logam dalam mineral tanah dengan asam-asam organik. Khelasi adalah reaksi keseimbangan antara ion logam dengan agen pengikat, yang dicirikan dengan terbentuknya lebih dari satu ikatan antara logam tersebut dengan molekul agen pengikat, yang menyebabkan terbentuknya struktur cincin yang mengelilingi logam tersebut. Mekanisme pengikatan Al^{+++} dan Fe^{++} oleh gugus fungsi dari komponen organik adalah karena adanya satu gugus karboksil dan satu gugus fenolik, atau dua gugus karboksil yang berdekatan bereaksi dengan ion logam.Besarnya P yang terlarut memiliki korelasi dengan Ca dan Mg yang dilepaskan, hal ini membuktikan bahwa P tersebut semula terikat oleh Ca dan Mg. Pelarutan P dalam tanah dapat ditingkatkan pada suasana pH rendah .

Fospor relatif tidak mudah tercuci, tetapi karena pengaruh lingkungan maka statusnya dapat berubah dari P yang tersedia bagi tanaman menjadi tidak tersedia, yaitu dalam bentuk Ca-P, Mg-P, Al-P, Fe-P atau occluded-P.

Asam organik yang dihasilkan bakteri pelarut posfat mampu meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah melalui beberapa mekanisme, diantara adalah : (a) anion organik bersaing dengan orthofosfat pada permukaan tapak jerapan koloid yang bermuatan positif ; (b) pelepasan orthofosfat dari ikatan logam P melalui pembentukan komplek logam organik ; (c) modifikasi muatan tapak jerapan oleh ligan organik (Elfianti,2005)

Asam sitrat dan oksalat digolongkan sangat efektif dalam menurunkan retensi P dari kaolinit dan gipsit, sedangkan asam malonat, tartarat dan malat berefektivitas sedang, asam asetat dan suksinat digolongkan kurang efektif. Pada tanah vulkanik yang kaya alovan asam-asam organik (benzoat, salisilat dan ptalat) tidak mampu menurunkan retensi P. Havlin et al dalam Elfianti(2005) menjelaskan juga bahwa tanpa anion organik maka Fe menjerap P dalam jumlah yang sangat banyak. Asam sitrat menjerap Fe jauh lebih banyak dibanding tartarat, demikian pula dalam hal mengurangi P terjerap. Tetapi jumlah Al yang diikat kedua asam tersebut tidak berbeda. Asam asetat tidak efektif dalam menurunkan retensi, karena asetat kurang kuat dalam membentuk komplek dengan Al maupun Fe.

Sen dan Paul dalam Elfianti (2005) menggunakan fosfobakteri galur fosfo 24, *Bacillus substilis*, *Bacterium mycoides* dan *Bacterium mesenterricus* untuk melarutkan P organik (glisero fosfat, lesitin, tepung tulang) dan P anorganik (Ca-p, Fe-P) yang dilakukan secara in vitro. Hasilnya menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu melarutkan $FePO_4$, $Ca_3(PO_4)_2$, gliserofosfat, lesitin dan tepung tulang berturut-turut sebayak 4,5 , 6, 8, 13 dan 14%. Banin (1982) memanfaatkan *Bacillus sp* dan dua galur *Bacillus firmus*, yang menunjukkan bahwa ketiga bakteri tersebut masing-masing hanya mampu melarut-

kan berturut-turut 0,3, 0,9 dan 0,3% dari senyawa $Ca_3(PO_4)_2$ yang diberikan dan tidak mampu melarutkan $ALPO_4$ dan $FePO_4$.

BAKTERI PELARUT FOSPAT DAN TANAMAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terbukti bahwa perlakuan pemberian bakteri pelarut fosfat (BPF) sebagai pupuk hayati peningkat ketersediann P dalam tanah mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah masam, yang tampak pada parameter tinggi tanaman 10 dan 45 HST, berat basah trubus, berat kering trubus, berat basah akar, berat kering akar, luas daun serta kadar P trubus.

Pada tanaman jagung, *Citrobacter intermedium dan Pseudomonas* putida (Premono et al, 1991) mampu meningkatkan serapan P dan bobot kering tanaman sampai 30%. Pada percobaan yang lain P. Putida mampu meningkatkan bobot kering tanaman jagung sampai 20% dan mikrobia ini stabil sampai lebih dari 14 bulan pada media pembawa zeolit, tanpa kehilangan kemampuan genetisnya dalam melarutkan batuan posfat. Inokulasi dengan *Enterobacter gergoviae* pada tanaman jagung dapt meningkatkan bobot kering tanaman jagung sebesar 29%.

Berdasarkan hasil penelitian Hasanuddin (2002) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi Bakteri pelarut posfat 15 ml per inokulum tanaman dapat meningkatkan ketersediaan P 62,21% dan meningkatkan berat kering tanaman Kedelai.

Pada Tanaman Tebu penggunaan bakteri pelarut P (*Pseudomonas puptida* dan *Pseudomonas fluorescens*) dapat meningkatkan bobot kering tanaman sampai 40% dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk TSP sebesar 60-135% (Elfiati,2005).

Beberapa peneliti mengemukakan bahwa efektifnya bakteri pelarut P tidak hanya disebabkan oleh kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan P tetapi juga disebabkan karena kemampuannya dalam menghasilkan ZPT, terutama pada Bakteri yang hidup di permukaan akar seperti Pseudomonas fluorescens, P putida dan P. Striata. Bakteri tersebut dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti asam indol asetat (IAA) dan asam giberelin (GA3).

Beberapa bakteri pelarut posfat juga dapat berperan sebagai biokontrol yang dapat meningkatkan kesehatan akar dan pertumbuhan tanaman melalui proteksinya terhadap penyakit. Strain tertentu dari Pseudomonas sp dapat mencegah tanaman dari patogen fungi yang berasal dari tanah. Pseudomonas fluorescens dapat mengontrol perkembangan penyakit dumping-off tanaman. Kemampuan bakteri ini terutama karena menghasilkan 2,4-diacethylphloroglucinol yang dapat menghalangi pertumbuhan cendawan dumping-off Phytium ultium (Hadiyanto,2007).

PENUTUP

Ketersediaan P didalam tanah sangat rendah karena P terjerap oleh mineral tanah dan senyawa organik serta terfiksasi Al,Fe,Mn,Ca dan proses pelapukan yang rendah .Bakteri Pelarut Fospat merupakan salah satu pupuk hayati yang dapat berperan sebagai amelioran,penyedia unsur hara

dan tidak terjadi pencemaran lingkungan.

Pemberian Bakteri Pelarut Posfat menghasilkan asam organik yang dapat meningkatkan ketersediaan P dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P. Jenis-jenis bakteri pelarut posfat *Bacillus substilis, Bacterium mycoides, Bacterium mesenterricus,Bacillus firmus, Bacillus megaterium, Escherechia freundii, Escherechia intermedia Pseudomonas putida, Citrobacter intermedium* , *Serratia mesenteroides Pseudomonas fluorecens,* dan *Enterobacter gergovia*

DAFTAR PUSTAKA

Anonim,2007. Pupuk Mikroba Pelarut Fospat (PMPF)Bhiophos. Balai Penelitian Tanah Bogor.

Elfiati,D.2005. Peranan Mikroba Pelarut P terhadap Pertumbuhan Tanaman. Fakultas Pertanian USU.Medan

Hasanudin.Ganggo,B.2004. Pemanfaatan Mikrobia Pelarut Fospat dan Mikoriza untuk Perbaikan Fospor terse-dia, Serapan Fospor Tanah Ultisol dan Hasil Jagung.Universitas Bengkulu.

Hasanudin.2002.Peningkatan Kesuburan Tanah dan Hasil Kedelai akibat inokulasi Mikrobia Pelarut Fospat dan Azotobacter pada Ultisol. Faperta Universitas Bengkulu.

Handayanto,E.Hairiyah,K.2007. Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat.Pustaka Adipura.

Mujib,M.Setyati,D.Arimurti,S.2006. Efektivitas BPF dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan Jagung pada Tanah Masam.Universitas Jember.

Premono.Widyastuti,R.1992.Pengaruh BPF terhadap Serapan katio-nunsur mikro Tanaman Jagung pada Tanah Masam.Bandung

Prihartin.2003.Mikroorganisme Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Fospat.Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimak.Bogor

Rachman,S.2002.Penerapan Pertanian Organik.Kanisus Jakarta.

Setiawati,C.2003.Peranan Bakteri Terhadap Dinamika fospat. Unibraw Malang.

Yuwono,NW.2006.Pupuk Hayati. UGM.Yogyakarta.