

PUPUK HAYATI (BIOFERTILIZER) ALTERNANTIF SUBTITUSI PENGGUNAAN PUPUK KIMIAWI

Asrul

*Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang
Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes, Lasiana, Kota Kupang P.O.Box. 1152, Kupang 85011
Korespondensi: asrulindonesia@yahoo.co.id*

ABSTRACT

Increased population growth implies the intensive management of agricultural land for food fulfillment. As a result, the use of chemical fertilizers among farmers continues to increase to support this intensive agriculture. UREA, NPK and Super Phosphate Fertilizers are chemical fertilizers that are used by farmers to meet the macro nutrients of plants, especially N, P and K. The problem is that excessive and intensive use of chemical fertilizers turns out to have a negative impact on both agricultural land and accumulated residues in plants which are then consumed by humans. One of the efforts to substitute chemical fertilizers in agricultural land by applying biofertilizer or biofertilizer. Biofertilizers are fertilizers that use the services of microorganisms (bacteria) to meet plant nutrient needs.

Keywords: Chemical fertilizers, Biofertilizers, Microorganisms, Bacteria

PENDAHULUAN

Pupuk merupakan material yang dibuat sedemikian rupa untuk membantu tanah (media tanaman) dalam memenuhi unsur hara tanaman. Umumnya petani mengenal dua jenis pupuk yaitu pupuk anorganik (pupuk kimia) dan pupuk organik. Pupuk kimia seperti Urea (*amonium carbamide*), ZA (*zwavelzure*), KCL (Kalium klorida), SP36 (*Super Phosphate*), ZK dan NPK Phonska, sedangkan pupuk organik hanya terbatas pupuk kompos, pupuk hijau dan pupuk kandang. Selain pupuk kimiawi dan organik terdapat pula jenis pupuk hayati, namun pupuk hayati masih kurang mendapatkan perhatian dari petani.

Penggunaan pupuk dalam usaha pemenuhan unsur hara makro dan mikro tanaman, memang tidak bisa dilepaskan peranannya. Menjadi masalah kemudian, umumnya petani saat ini menggunakan pupuk kimiawi untuk memenuhi unsur hara tanaman mereka. Data dari Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia /APPI (2018) memperlihatkan bahwa pada tahun 2017 jumlah kebutuhan pupuk kimiawi urea (sumber nitrogen) mencapai 6.838.063 ton/tahun, fosfat/SP-36 480.131 ton/tahun, dan NPK (nitrogen fosfat dan kalium) mencapai 3.282.957, sedangkan untuk pemakaian pupuk organik hanya mencapai 522.791 ton/tahun.

Penggunaan pupuk kimiayang praktis, proses mendapatkannya juga mudah, serta harga pupuk yang disubsidi menjadi alasan utama membanjirnya pengguna pupuk kimiwi. Padahal jika ditelaah lebih lanjut penggunaan pupuk kimiawi secara berlebih, akan berefek negatif pada lahan pertanian itu sendiri dan kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung.

Menurut Kumari,dkk (2014) pemakaian pupuk kimia yang berlebihan memberikan dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia. Setidaknya ada sembilan residu dari pupuk kimiawi, yaitu *amine*, *alumnimun*, *calcium*, *cobalt*, *boron*, *mangan*, *lindane*, *malathion*, dan *chloropyripos* yang dapat mendegradasi kesehatan manusia (Kumari, dkk, 2014). *Amine* yang terdapat di pupuk nitrogen dapat menyebabkan kanker, aluminium dapat menyebabkan penyakit alzheimer dan asma, *calcium* yang merupakan residu pupuk kimiawi dapat menyebabkan gangguan ginjal, saraf dan keterlambatan perkembangan kognitif pada anak, *lindane* menjadi pemicu kanker payudara serta *cobalt* terakumulasi massif dalam tubuh manusia dapat merusak lambung. (Kumari, dkk, 2014).

Hasil penelitian loukil dkk (2015) terhadap pekerja yang bertugas untuk mendistribusikan pupuk kimia fosfat dan nitrat memperlihatkan serum kreatinin mereka naik sangat signifikan menjadi 88.667 ± 13.791 dari batas normal 61.8881 ± 123.763 untuk usia pekerja 30-40 tahun. Lebih lanjut aktivitas enzim transaminase dalam tubuh mereka juga mengalami peningkatan jika dibandingkan terhadap standar medis dan kontrol percobaan. Hal ini tentunya menunjukkan bahwa pengaruh negatif pupuk kimia, bisa secara langsung, tanpa harus terakumulasi di tanaman pangan kemudian dikonsumsi oleh manusia.

Penggunaan pupuk kimia yang terus menerus bukan hanya berakibat negatif terhadap kesehatan manusia akan tetapi menjadi sumber polusi, baik di tanah, air dan udara. Savci (2012), penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan menyebabkan nitrat tercuci dan mengalir ke badan air. Kandungan nitrogen (nitrat) di badan air yang berlebih menyebabkan subur nya pertumbuhan alga, berlanjut eutrofikasi dan ujung-ujungnya kualitas air menurun.

Akumulasi nitrogen yang berlebihan di tanah menyebabkan penurunan PH tanah dan menyebabkan ekosistem mikroorganisme yang bermanfaat di tanah menjadi terganggu. Nitrogen dari pupuk kimiawi dapat berubah menjadi *nitrogen oxides* (NO, N₂O, NO₂) yang merupakan gas rumah kaca salah satu penyebab pemanasan global, (Savci, 2012). Melihat banyaknya dampak negatif dari

penggunaan pupuk kimiawi, maka perlu upaya untuk mensubstitusinya secara perlahan demi keberlanjutan pertanian di masa akan datang.

PEMECAHAN MASALAH

Pupuk kompos, hijau dan kandang merupakan jenis pupuk organik yang bisa menjadi substitusi pupuk kimiawi dan sudah dikenal di masyarakat. Masalahnya kemudian sejauh mana stok ketersediaan pupuk organik untuk diaplikasikan di lahan pertanian yang luas dan intensif. Padahal diketahui proses pembuatan organik, membutuhkan waktu cukup lama dan sangat tergantung terhadap kelimpahan bahan organiknya.

Salah satu alternatif substitusi penggunaan pupuk kimiawi di lahan pertanian yang luas yaitu menggunakan pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan pupuk yang menggunakan kemampuan mikroorganisme, dalam hal ini bakteri atau jamur untuk memenuhi unsur haramakro tanaman. Pupuk hayati bisa dalam bentuk konsorsium berbagai macam kemampuan bakteri yaitu bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan pelarut kalium atau hanya bersifat spesifik untuk satu kemampuan bakteri saja.

Bakteri Penambat Nitrogen

Menurut Muawar, (2011) nitrogen dibutuhkan tanaman untuk proses sintesis asam-asam amino, protein, klorofil, koenzim dan asam nuklat. Tanaman yang kekurangan nitrogen akan memperlihatkan gejala daun kecil, pucat, berwarna hijau kuning dan akhirnya gugur sebelum waktunya.

Petani umumnya menggunakan pupuk urea (pupuk kimiawi) untuk membantu tanaman dalam memenuhi nitrogen. Padahal tanaman dapat memenuhi unsur hara nitrogen dengan bantuan bakteri pengikat nitrogen, baik yang bersimbiosis maupun non simbiotik (bebas) dengan tanaman tersebut.

Bakteri *Rhizobium japonicum* merupakan bakteri pengikat nitrogen yang bersimbiosis dengan tanaman kedelai. *Rhizobium japonicum* mampu menambat nitrogen untuk pemenuhan unsur hara kedelai sekitar 40-200 (kg N/ha/tahun). *Azotobacter* dan *Beijerinckia* merupakan bakteri non simbiotik pengikat nitrogen yang hidup bebas di tanah. Bakteri non simbiotik ini mampu mengikat nitrogen mencapai 15 kg/ha/tahun, (Munawar, 2011).

Bakteri mampu mengikat nitrogen bebas di udara dan menjadikannya ammonia (NH₃) dengan bantuan enzim *nitrogenase*. Enzim *nitrogenase* ini

umumnya ditemukan di bakteri *diazotroph*, *cyanobacteria*, *rhizobia*, *frankia*, dan *azetobacteraceae* (Dighe, dkk, 2010). Ammonia (NH_3) hasil fiksasi bakteri kemudian mengalami amonifikasi menjadi amonium (NH_4). Amonium selanjutnya berubah menjadi nitrit dan nitrat yang bisa diabsorpsi oleh tanaman melalui proses nitrifikasi.

Hasil penelitian Widiyawati dkk (2014) tentang peran bakteri penambat nitrogen untuk mengurangi dosis pupuk nitrogen anorganik pada padi sawah memperlihatkan bakteri konsorsium pengikat nitrogen (*Azobacter-like* dan *Azospirillum like*) mempunyai kemampuan menaikkan berat bobot kering padi lebih baik 4.2 (a) jika dibandingkan dengan 100 kg N/H pupuk anorganik nitrogen yaitu 3.7a. Meskipun perbedaannya tidak signifikan namun data ini menunjukkan bahwa bakteri penambat nitrogen bisa dijadikan pupuk hayati untuk menggantikan peranan pupuk anorganik, khususnya nitrogen.

Bakteri Pelarut Fosfat

Fosfat termasuk hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman. Menurut Munawar (2011) fosfat berperan sebagai penyusun berbagai macam protein, fosfolipida, koenzim, substrat metabolisme dan proses transfer energi. Kekurangan fosfat dapat menyebabkan pertumbuhan awal tanaman kerdil dan pemasakan buah menjadi melambat.

Menjadi masalah kemudian pemberian pupuk kimia fosfat, 70-90 % tidak mampu diserap oleh tanaman. Tanaman hanya mampu menyerap unsur hara fosfat dalam bentuk H_2PO_4 dan HPO_4^{2-} , (Bagyaraj, dkk, 2000). Jadi meskipun tanah diguyur dengan pupuk fosfat (kiamiwi) maka tidak ada jaminan tanaman tersebut mampu memenuhi semua unsur hara fosfatnya.

Fosfat di tanah kebanyakan dalam bentuk terikat yaitu $\text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Ca}_{10}\text{PO}_4\text{F}_2$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)$ yang tidak mampu diserap oleh tanaman. Mengubah fosfat terikat menjadi terlarut / terserap (H_2PO_4 dan HPO_4^{2-}) dapat dilakukan dengan bantuan bakteri pelarut fosfat. Golongan bakteri dari *Bacillus* dan *Actinomyces* umumnya diketahui mempunyai kemampuan melarutkan fosfat. Menurunkan pH dan mengeluarkan zat organik merupakan cara bakteri pelarut fosfat untuk membebaskan fosfat terikat menjadi terlarut. (Bagyaraj, dkk, 2000).

Hasil penelitian Herman dan Pranowo (2013) terhadap pengaruh bakteri pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan serapan hara P (fosfat) benih kakao memperlihatkan tinggi benih kakao yang diberikan bakteri pelarut fosfat berbeda

signifikan 24, 79 (cde) jika dibandingkan dengan kontrol hanya 18,21 (e) setelah 12 minggu perlakuan, serta berbeda tidak signifikan dengan yang diberikan pupuk komplit yaitu NPK 30,64 (bc). Hal ini menunjukkan bahwa peranan bakteri pelarut fosfat sangat signifikan menjadi pengganti pupuk kimiawi khususnya fosfat.

Penelitian walpola dan Yoon di (2013) dengan menggunakan bakteri pelarut fosfat yaitu *Pantoea agglomerans* (PSB-1) dan *Burkholderia anthina*(PSB-2) berdampak positif (berbeda signifikan) 2.61 ± 0.26 ba terhadap pertambahan berat kering akar *mug bean* jika dibandingkan dengan kontrol hanya 1.41 ± 0.24 d dan yang diberikan pupuk kimia fosfat (TCP) yaitu 1.47 ± 0.24 d. Penelitian ini sekali menunjukkan bahwa bakteri mampu menggantikan posisi pupuk kimiawi fosfat dalam menunjang pertumbuhan tanaman.

Bakteri Pelarut Kalium

Kalium bersama nitrogen dan fosfat termasuk unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tanaman. Kalium berperan dalam proses fotosintesis dan sintesis protein. Kalium umumnya melimpah di tanah namun masih terikat dalam bentuk $(K, Na)AlSi_3O_8$ dan $K(AlSi)_3O_{10}(OH)_2$ serta belum bisa diserap oleh tanaman. Kalium hanya bisa diserap tanaman dalam bentuk ion K. Untuk melepaskan ion K dari mineralnya dibutuhkan proses fiksasi ion K (Munawar, 2011).

Membantu penyediaan ion kalium di dalam tanah dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisme pelarut kalium (potassium). *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Acidithiobacillus ferrooxidans* dan *Bacillus* merupakan bakteri yang mampu melarutkan kalium. Mekanisme mikroorganisme tersebut melarutkan kalium dengan cara *acydolysis*, *exchange reactions*, *complexolysis*, *chelations* dan produksi asam organik (Bashir, dkk.2017)

Hasil penelitian Han dan Lee (2005) memperlihatkan rumput gajah yang diberikan bakteri pelarut kalium mampu menyerap unsur hara kalium sebesar 32, 2 mg/plant lebih baik jika diberikan rock kalium (pupuk kimiawi) 32.0 mg/plant sedangkan pada kontrol hanya menunjukkan 30,7 mg/plant. Analisis pertumbuhan vegetatif khususnya berat kering pucuk dan akar rumput gajah juga memperlihatkan bakteri pelarut kalium lebih baik 1.35 dan 0,66 mg/plant, jika dibandingkan dengan rock kalium hanya 1.30 dan 0.61 mg/plant. Data ini menunjukkan bahwa bakteri pelarut kalium dapat menggantikan posisi dari pupuk kimia kalium.

Pembuatan Pupuk Hayati (pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan pelarut kalium)

1. Sampling Tanah rhizosfer

Tanah rhizosfer merupakan tanah yang masih melakukan reaksi bio-kimia secara langsung dengan akar tanaman. Jika pupuk hayati yang akan dibuat untuk tanaman jagung maka tanah rhizosfer yang diambil adalah tanah tanaman jagung itu sendiri. Hal ini dilakukan agar bakteri (pengikat nitrogen, pelarut fosfat, dan pelarut kalium) yang didapatkan merupakan *indigenous* dari jagung itu sendiri. Bakteri *indigenous* yang didapatkan mempunyai beberapa keunggulan yaitu cepat beradaptasi, performansinya bisa maksimal dan mampu bertahan terhadap tekanan lingkungan karena berada di lingkungannya sendiri.

2. Isolasi dan identifikasi bakteri.

Tahap ini peneliti / praktisi mengisolasi semua bakteri yang ada kemudian mengujinya dengan media penambat nitrogen, pelarut fosfat, dan pelarut kalium.

3. Uji sinergitas dan antagonis ke-3 bakteri (pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan pelarut kalium).

Uji sinergitas dan antagonis dilakukan untuk melihat bakteri mana yang cocok untuk dihidupkan secara bersama. Baik itu dari bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan pelarut kalium.

4. Tumbuhkan bakteri (starter pupuk hayati) di media padat maupun cair sebelum diaplikasikan.

Menjadi catatan adalah penumbuhan bakteri di media tumbuh harus mencapai $\geq 10^7$ cfu/g berat kering untuk media padatan dan $\geq 10^7$ cfu/ml untuk media cair. Hal ini sesuai dengan aturan menteri pertanian tentang pupuk hayati, nomor 70/permentan/SR.140/10/2011).

5. Aplikasikan pupuk hayati di daerah rhizosfer tanaman.

Usahakan pupuk hayati yang sudah diaplikasikan mendapatkan perlindungan dari cekaman kekeringan dan panas matahari langsung matahari.

Keunggulan pupuk hayati jika dibandingkan dengan pupuk kimiawi

1. Mudah diperbanyak dengan waktu yang sangat singkat

Inti dari pupuk hayati adalah bakteri yang terdapat di dalamnya. Bakteri termasuk mikroorganisme yang dapat berkembang biak secara maksimum 1

X 24 jam. Jadi selama masih ada starter pupuk hayati (*bulk* bakterinya) maka pupuk hayati masih bisa di perbanyak. Berbeda dengan pupuk kimiawi yang sudah tidak bisa lagi diperbanyak.

2. Ramah Lingkungan

Pupuk hayati tidak memberikan dampak negatif terhadap tanah. Justru menyuburkan tanah secara alamiah dengan memperbaiki ekosistem mikroorganisme yang terdapat di tanah

3. Tidak membutuhkan tenaga yang banyak dan ruang penyimpanan yang luas.

PENUTUP

Pupuk hayati bisa menjadi alternatif untuk mensubstitusi penggunaan pupuk kimia di lahan pertanian demi mengurangi dampak negatif yang ditimbulkannya baik secara langsung ke manusia atau ke lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagyaraj, D, J., Krishnaraj, P.U., and Khanuja, S, P, S. (2000), Mineral Phosphate Solubilization: Agronomic Implications, Mechanism, and Molecular Genetics. Proc. Indian natn. Sci. Acad (PINSA) B66 Nos 2 & 3 pp 69-82 (2000).
- Bashir, Z., Zargar, M, Y., Husain, M., Mohiddin, F,A., Kousar, S., Zahra, S,B., Ahmed, A., and Rathore, J.P. (2017). Potassium Solubilizing Microorganism : Mechanism and Diversity. Int J. Pure App.Biosci.5(5): 653-660 (2017).
- Dighe, N, S., Shukla, D., Klakotwar, R, S., Laware, R,B., Bhawar, S,B., and Gaikwad, R, W. (2010) Nitrogenase Enzyme: A Review. Der Pharmacia Sinica, 1 (2): 77-84.
- Han, H.S dan Lee, K.D. (2005). Phosphate and Potassium Solubilizing Bacteria Effect on Mineral Uptake, Soil Availability and Growth of Eggplant. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1(2): 176-180,
- Herman, M. dan Pranowo, D. (2013) Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Hara P Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.)Buletin RISTRI 4(2) : 129-138.
- Kumari, K, A., Kumar, K, N, R., dan Rao, C, H, N. (2014). Adverse Effects of Chemical Fertilizers and Pesticides on Human Health and Environment. Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences (150-151)
-

- Loukil,b., Mallem, L and Boulakoud, M.S. 2015.Study of Healthy Risks of Fertilizers on Biochemical Parameters in Workers. American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences 7 (1): 22-25.
- Munawar, A. (2011). Kesuburan tanah dan Nutrisi tanaman. Bogor. IPB Press.
- Savci, S. (2012). An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 3, No. 1, February 2012.
- Walpola, B, C. dan Yon, M_H. (2013). Phosphate solubilizing bacteria: Assessment of their effect on growth promotion and phosphorous uptake of mung bean (*Vigna radiata* [L.] R. Wilczek). Chilean journal of agricultural research 73(3) july-september 2013
- Widiyawati, I., Sugiyanta., Juneadi, A. dan Widyastuti, R. (2014). Peran Bakteri Penambat Nitrogen untuk Mengurangi Dosis Pupuk Nitrogen Anorganik pada Padi Sawah. J.Agraon. Indonesia 42 (2) : 96-102 (2014).
- www. Appi.od.id.com. statitic, Supply and Demand 2007-2018.
-