



PAPER – OPEN ACCESS

Potensi Nodul Beberapa Jenis Leguminosa pada Tanah Ultisol Sebagai Sumber Pupuk Hayati

Author : Mardhiyetti, et al
DOI : 10.32734/anr.v7i1.2582
Electronic ISSN : 2654-7023
Print ISSN : 2654-7015

Volume 7 Issue 1 – 2026 TALENTA Conference Series: Agricultura & Natural Resources (ANR)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Potensi Nodul Beberapa Jenis Leguminosa pada Tanah Ultisol Sebagai Sumber Pupuk Hayati

Potential of Nodules from Several Legume Species in Ultisol Soil as a Source of Biofertilizer

Mardhiyetti, Riesi Sriagtula, Simel Sowmen, Qurrata Aini

Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang 25163, Indonesia

mardhiyetti@gmail.com

Abstrak

Leguminosa merupakan tanaman yang sangat baik sebagai makanan ternak, pada beberapa leguminosa dapat digunakan sebagai makanan atau lalapan dan juga digunakan sebagai tanaman obat. Kelebihan lainnya leguminosa memiliki kandungan protein yang tinggi dan juga terdapatnya nodul pada perakaran leguminosa yang dapat digunakan sebagai pupuk hayati, namun tidak semua leguminosa dapat membentuk nodul. Pembentukan nodul dapat terjadi apabila terdapatnya kompatibel antara bakteri Rhizobium dengan inangnya. Penelitian ini menggunakan 5 jenis leguminosa yaitu L1: lamtoro (*Leucaena leucocephala*); L2: kaliandra (*Calliandra calothyrsus*); L3: centrocema (*Centrocema pubescens*); L4: turi berbunga putih (*Sesbania grandiflora*) dan L5: turi berbunga merah (*Sesbania grandiflora*). Jenis tanah yang digunakan adalah ultisol. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa nodul hanya terbentuk pada perakaran kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dan centrocema (*Centrocema pubescens*). Nodul yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk dapat dipergunakan sebagai sumber pupuk hayati adalah nodul aktif. Nodul aktif dicirikan dengan warna merah pada nodul setelah dilakukan pencacahan atau di belah. Nodul aktif pada kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) didapatkan 0.8% dan pada centrocema (*Centrocema pubescens*) 0.4%. Untuk mendapatkan Penelitian ini masih terbatas pada beberapa jenis leguminosa, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dengan jenis leguminosa lain untuk mengetahui simbiosis leguminosa dengan bakteri Rhizobium dalam membentuk nodul aktif untuk direkomendasikan sebagai pupuk hayati dan untuk mendapatkan jumlah nodul aktif yang banyak umur tanaman leguminosa perlu ditingkatkan.

Kata kunci: leguminosa; ultisol; nodul; pupuk hayati

Abstract

Legumes are plants that are very good as livestock feed; some legumes can be used as food or raw vegetables and are also utilized as medicinal plants. Another advantage of legumes is their high protein content, as well as the presence of nodules on their roots, which can be used as biofertilizer; however, not all legumes are capable of forming nodules. Nodule formation can occur if there is compatibility between Rhizobium bacteria and their host plant. This study used 5 types of legumes, namely L1: lamtoro (*Leucaena leucocephala*); L2: kaliandra (*Calliandra calothyrsus*); L3: centrocema (*Centrocema pubescens*); L4: white-flowered turi (*Sesbania grandiflora*); and L5: red-flowered turi (*Sesbania grandiflora*). The soil type used was ultisol. The results obtained show that nodules only formed on the roots of kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) and centrocema (*Centrocema pubescens*). Nodules that can be used as inoculants and serve as a source of biofertilizer are active nodules. Active nodules are characterized by a red color when chopped or split. Active nodules in kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) were found to be 0.8%, and in centrocema (*Centrocema pubescens*) 0.4%. This research is still limited to a few types of legumes, so further studies with other legume species are needed to understand the symbiosis of legumes with Rhizobium bacteria in forming active nodules that can be recommended as biofertilizers, and to increase the number of active nodules, the age of the legume plants needs to be increased.

Keywords: legume; ultisol; nodule; biofertilizer

1. Pendahuluan

Leguminosa merupakan tanaman yang memiliki kandungan protein yang tinggi dan mempunyai banyak manfaat. Beberapa jenis leguminosa dapat digunakan sebagai makanan atau lalapan dan juga digunakan sebagai tanaman obat, juga dapat digunakan sebagai tanaman pagar dan pupuk hijau. Kelebihan lainnya pada leguminosa terdapat nodul yang terbentuk pada perakarannya

yang dapat digunakan sebagai pupuk Hayats, namun tidak semua leguminosa dapat membentuk nodul. Nodul terbentuk karena terdapatnya kesesuaian antara bakteri *Rhizobium* dengan leguminosa. Tanaman yang bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* ditandai dengan terbentuknya nodul pada perakaran leguminosa tersebut [12].

Tanaman yang membentuk nodul akan memberikan sumbangan pada tanaman berikutnya, untuk itu penanaman campuran leguminosa dengan rumput sangat dianjurkan, demikian juga tanah bekas penanaman leguminosa dapat dipergunakan kembali untuk membudidayakan tanaman lain. Adanya nodul pada tanaman leguminosa merupakan suatu keuntungan yang tidak ternilai dalam akumulasi nitrogen di dalam tanah serta peningkatan kesuburan tanah. Kemampuan bakteri *Rhizobium* dalam mengikat nitrogen bebas dari udara cukup besar, sehingga beberapa jenis tanaman legume dikenal pula sebagai pupuk biologi [4].

Nodul akar merupakan jaringan abnormal bagian akar tanaman yang terbentuk akibat adanya interaksi antara akar tanaman dengan bakteri *Rhizobium* yang berfungsi untuk mendukung penambatan N dari atmosfer [16]. Pembentukan nodul terjadi apabila terdapatnya kompatibel antara bakteri *Rhizobium* dengan inangnya. Beberapa leguminosa yang dapat membentuk bintil akar adalah tanaman *Calliandra calothyrsus* dan jenis legum lainnya seperti *Desmodium rensonii*, *Leucaena diversifolia* dan *Sesbania Grandiflora*, tanaman ini adalah jenis leguminosa pohon yang mampu bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* [11].

Nitrogen tersedia melimpah di udara dalam bentuk N_2 gas. Dalam bentuk ini tanaman tidak dapat manfaatkannya., namun dengan adanya kerja sama antara tanaman dengan bakteri tanah, N_2 gas tersebut dapat diubah menjadi bentuk ammonium sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen oleh tanaman yang dikenal sebagai proses fiksasi secara simbiotik.

Bakteri *Rhizobium* termasuk golongan heterotrof, dimana sumber energinya berasal dari senyawa organik seperti sukrose dan glukose, senyawa organik tersebut berasal dari tanaman inang [2]. dalam proses ini antara tanaman dan bakteri terdapat kerjasama yang saling menguntungkan, bakteri yang hidup didalam perakaran tanaman akan mengikat N yang ada diudara. Bakteri *Rhizobium* akan menyediakan nitrogen dalam bentuk ammonium hasil fiksasi sebagai sumber N bagi tanaman, sedangkan tanaman menyediakan bahan organik untuk pertumbuhan dan sumber makanan bagi bakteri.

Pemanfaatan nodul perlu ditingkatkan, karena potensi yang dimilikinya dapat membantu dalam efisiensi biaya terutama dalam pemanfaatan pupuk sumber nitrogen seperti urea, nodul dapat digunakan sebagai pupuk nitrogen yaitu sebagai pupuk hayati yang ramah lingkungan. Nodul yang dapat digunakan adalah nodul yang efektif mengikat nitrogen udara, nodul efektif dicirikan dengan warna merah pada nodul yang sudah di cacah atau dibelah. Warna merah pada nodul menandakan didalam nodul terdapat leghaemoglobin, warna merah pada nodul dapat digunakan sebagai indikator bahwa nodul efektif, dan didalam nodul terdapat bakteri *rhizobium* yang sudah bersimbiosis dengan tanaman inangnya dalam pupuk hayati dengan menginokulasikannya untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia. Pupuk hayati adalah inokulasi berbahan aktif organisme yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman [5]. Penggunaan pupuk hayati pada lahan marjinal mampu meningkatkan ketersediaan hara tanah dan inokulasi *rhizobium* dapat menekan pemakaian pupuk buatan dan meningkatkan fiksasi nitrogen [15]. Penelitian ini bertujuan untuk mendapat nodul efektif dari beberapa jenis leguminosa, untuk bahan inokulan sebagai pupuk hayati. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan pupuk yang selama ini terkendala dengan tingginya biaya pembelian pupuk dan resiko yang ditimbulkan dengan pemanfaat pupuk kimia yang terus menerus.

2. Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji leguminosa yang dibeli melalui online. Perkecambahan biji dilakukan dengan menggunakan tanah ultisol dan pasir dengan perbandingan 1:1, tanah diambil dari lahan kampus Universitas Andalas. Tanah diambil dengan kedalaman 15-30 cm dari permukaan tanah. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah silicagel, freezer, cup air mineral, botol, kapas, kertas label, kertas milimeter, polybag kapasitas 10 kg, plastik mika ukuran 20 x 20 cm, solder, timbangan, ayakan dan kamera.

Penelitian ini merupakan penelitian yang mengkaji nodul asal leguminosa dengan menggunakan tanah ultisol sebagai media tanam. Nodul yang didapat untuk digunakan inokulan sebagai pupuk hayati. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juli sampai bulan September 2025 di rumah kaca Fakultas Peternakan. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 5 jenis tanaman dan 10 ulangan semua terdapat 50 unit percobaan. Identifikasi nodul dilakukan melalui mengkoleksi nodul yang terdapat pada perakaran leguminosa, pengamatan dilakukan secara deskriptif. Leguminosa (L) yang digunakan dalam penelitian ini: L1: Lamtoro ; L2: Kaliandra ; L3: Centro ; L4: Turi putih 5: Turi merah. Untuk mengamati kemampuan leguminosa menghasilkan nodul aktif pada perakarannya dilakukan pencacahan atau pembelahan pada setiap nodul, selanjutnya penyimpanan nodul aktif dalam silicagel untuk menjaga kelembabannya.

Pada pelaksanaan penelitian ini meliputi tahap persiapan media tanam, pemilihan bibit, merendam biji, penyemaian, penanaman bibit, pemeliharaan, pengamatan dan pengambilan data hasil pengamatan. Media tanam yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah ultisol yang diambil di Edu Farm Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Tanah diambil dengan kedalaman 15 - 30 cm dari permukaan tanah. Selanjutnya keringkan tanah dengan cara diangin-anginkan terlebih dahulu sekaligus dibersihkan dari ranting, daun, batu, dan hal-hal yang tidak diperlukan. Kemudian tanah diayak agar tanah memiliki ukuran dan tekstur yang sama sehingga mudah di homogenkan. Untuk media semai menggunakan tanah dan pasir dengan perbandingan 1:1,

masukkan tanah 1 kg dan pasir 1 kg ke dalam mika kemudian homogenkan. Untuk media tanam menggunakan polybag dengan kapasitas 10 kg tanah ultisol.

Biji yang akan digunakan diseleksi terlebih dahulu agar bisa menentukan kualitasnya. Seleksi dilakukan untuk memilih biji yang terbaik dengan cara memisahkan antara biji yang baik dengan biji yang tidak baik atau mengalami kerusakan. Setelah menentukan biji yang akan dijadikan bibit, dilakukan perendaman biji sebelum persemaian.

Biji direndam di dalam botol dengan air bersih (suhu 20-26°C) selama 24 jam, perendaman ini bertujuan untuk mematahkan dormansi benih. Setelah direndam, selanjutnya biji diambil menggunakan saringan dan dicuci dengan air bersih, lalu ditiriskan dibiarkan di udara terbuka sampai kering. Setelah itu dilakukan proses penyemaian benih. Benih disemai pada wadah plastik mika ukuran 20x20 cm. Sebelum digunakan plastik mika dilubangi terlebih dahulu dengan menggunakan solder pada bagian bawah dan atasnya untuk kelancaran sirkulasi air. Kemudian masukkan media semai yaitu tanah ultisol sebanyak 1 kg dan pasir sebanyak 1 kg yang sudah dihomogenkan. Kemudian buat lubang semai untuk menanam benih kemudian tutup kembali dengan tanah. Setelah itu disiram dengan air menggunakan semprotan sprayer. Penyemaian dilakukan sampai tanaman berumur 2 minggu setelah itu dipindahkan ke polybag.

Polybag yang telah diisi dengan media tanam sebanyak 10 kg tanah ultisol, dibuat lubang tanam terlebih dahulu di polybag, kemudian ambil bibit beserta tanah di sekitar akarnya, masukkan ke dalam lubang dengan posisi tegak, tambahkan tanah di sekitarnya. Pemeliharaan yang dilakukan pada tanaman yaitu melakukan penyiraman tanaman sebanyak 2 kali sehari dan membersihkan gulma yang ada di sekitar tanaman. Penyiraman dengan air dilakukan setiap hari di pagi dan sore dengan dosis penyiraman 1 liter air/polibag. Pengamatan dan pengambilan data dilakukan sesuai perlakuan dengan umur tanaman 9 minggu setelah tanam (mst). Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Nodulasi yang terbentuk pada perakaran beberapa leguminosa di tanah ultisol dan efektifitasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nodulasi dan efektifitas nodul pada beberapa leguminosa

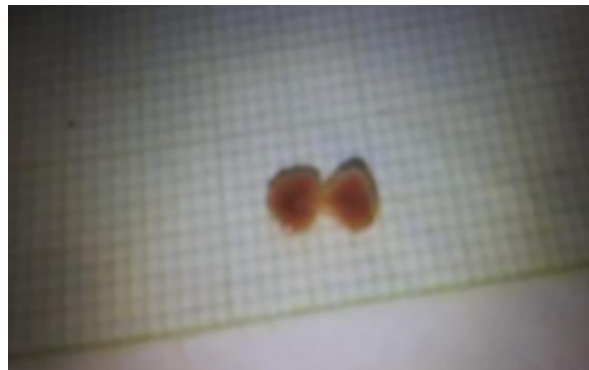
Leguminosa	Jumlah Nodul	Nodul efektif	Bentuk Nodul	Letak
L1	-	-	-	-
L2	94	0,8%	bervariasi	Akar cabang
L3	60	0,4%	bervariasi	Akar cabang
L4	-	-	-	-
L5	-	-	-	-

Pembentukan nodul pada setiap tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor, selain disebabkan oleh tidak terdapatnya kesesuaian antara tanaman dengan bakteri Rhizobium, juga disebabkan oleh faktor lingkungan. Pembentukan nodul akar atau nodulasi sangat dipengaruhi oleh faktor fisik, terutama kelembaban, suhu, dan cahaya. Kelembaban yang berada pada tingkat yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat mengganggu proses simbiosis antara tanaman leguminosa dan bakteri Rhizobium[9].

Simbiosis antara tanaman leguminosa atau kacang-kacangan dengan bakteri Rhizobium dibuktikan dengan adanya pembentukan nodul. Nodul merupakan tonjolan yang terdapat pada akar tanaman kacang-kacangan yang terbentuk melalui serangkaian proses yang diawali dengan kolonisasi pada rambut akar [13]. nodul akar merupakan jaringan abnormal bagian akar tanaman yang terbentuk akibat adanya interaksi antara akar tanaman dengan bakteri Rhizobium berfungsi untuk mendukung penambatan nitrogen dari atmosfer [16]. Pada Tabel 1. terlihat bahwa pada L2 jumlah nodul yang terbentuk 94 buah sedangkan pada L3 nodul yang terbentuk 60 buah, masing-masing terdapat pada perakaran tanaman kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dan centrocema (*Centrocema pubescens*). Adanya nodul pada perakaran menunjukkan bahwa sudah terdapat bakteri Rhizobium didalamnya, yang berperan untuk membantu tanaman dalam menambat nitrogen bebas (N₂). Nitrogen merupakan unsur makro yang berfungsi dalam pertumbuhan tanaman seperti daun, batang dan akar, berperan penting dalam pembentukan zat hijau daun (proses fotosintesis), pembentukan protein, dan dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Dengan potensi yang dimiliki maka nodul dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hayati.

Pada L1, L4 dan L5 yaitu tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*), turi berbunga merah dan turi berbunga putih (*Sesbania grandiflora*) nodul belum ada yang terbentuk pada semua perakaran. Namun pada jenis leguminosa lain yaitu lamtoro, turi

berpunga putih dan merah walaupun belum ada pembentukan nodul diduga umur tanaman masih muda. Tanaman dalam fase pertumbuhan vegetatif awal kebutuhan nutrisinya belum mengalami peningkatan, sehingga simbiosis juga masih rendah.



Gambar 1. Nodul aktif

Nodul leguminosa yang akan digunakan sebagai inokulan untuk sumber pupuk hayati adalah nodul aktif, dapat dilihat pada gambar 1. Nodul aktif pada kaliandra didapatkan 0.8% dan pada centrocema 0.4%. dengan umur amatan 9 MST (Tabe 1). Nodul aktif dicirikan dengan warna merah pada nodul setelah dilakukan pencacahan atau di belah, dapat dilihat pada Gambar 1. Nodul aktif yang didapatkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan inokulan, dan dijadikan sebagai pupuk hayati. Nodul mulai aktif menambat unsur N dari udara pada tanaman kedelai di umur 10-12 HST (Rao, 2010).

Bentuk dari nodul pada masing-masing leguminosa kadangkala berbeda, dan bentuk dari nodul pada perakaran dapat menjadi karakteristiknya pada setiap leguminosa. Bentuk dari nodul yang didapatkan ada yang bulat, lonjong, pipih dan tidak beraturan. Bentuk nodul yang berbeda-beda pada setiap tanaman leguminosa tersebut, dipengaruhi oleh keadaan lingkungan tempat tumbuhnya dan jumlah bakteri rhizobium yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa. Hasil penelitian [3] dengan pengamatan secara deskriptif terhadap morfologi bintil akar pada tanaman gamal, gagap, lamtoro dan sengon laut yang ditemukan berdasarkan karakteristik yang menonjol pada perakaran, didapatkan bentuk dasar nodul yang ditemukan adalah bulat, lonjong, pipih, dan bulat tapi bopeng. Seiring juga ditemukan bentuk seperti cabang yang tampaknya merupakan awal dari bentuk koloni nodul. Lebih lanjut dinyatakan warna nodul dapat bergradasi antara putih, kuning dan hijau.

Nodul yang terbetuk terdapat pada akar cabang, nodul yang berada pada akar cabang persentase nodul aktif akan lebih lebih rendah dari pada nodul yang terdapat pada perakaran utama, terlihat pada penelitian ini nodul yang didapatkan terdapat pada akar cabang dalam jumlah yang masih rendah. Pertumbuhan leguminosa masih dalam fase vegetatif awal sehingga nodul pada perakaran utama belum terlihat. Pada beberapa tanaman leguminosa seperti gamal, dadap, lamtoro, dan sengon laut letak nodul juga ditemukan pada akar cabang, yaitu berturut-turut pada akar cabang yang halus dan sedang, akar cabang halus dan sedang, akar cabang halus, dan akar cabang halus [3].

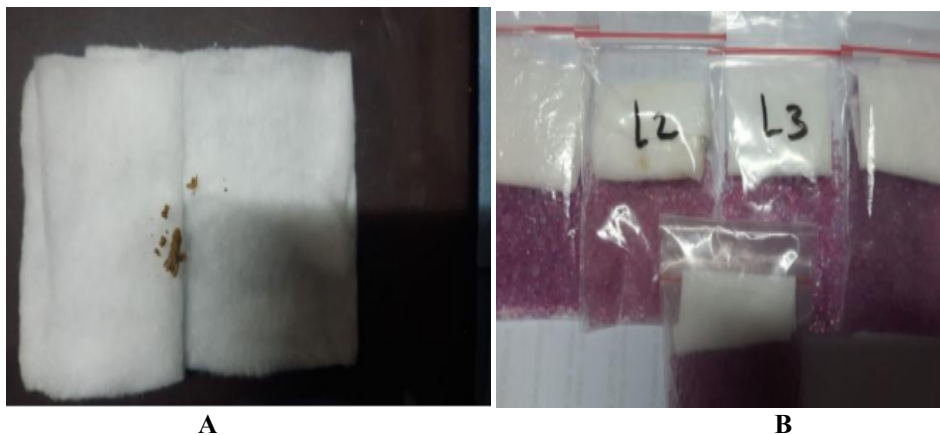
Terdapat dua tipe nodul, yaitu nodul efektif dan inefektif. Nodul efektif dibentuk oleh strain Rhizobium yang efektif, berkembang dengan baik dan berwarna merah muda karena adanya pigmen leghemoglobin. Jaringan bakteroid pada nodul ini tumbuh dan terorganisasi dengan baik, sehingga pembentukan nodul efektif yang lebih banyak dapat meningkatkan fiksasi nitrogen (N). Nitrogen yang difiksasi ini digunakan untuk sintesis klorofil dan enzim, yang selanjutnya meningkatkan fotosintesis dan pertumbuhan vegetatif serta generatif tanaman. Sebaliknya, nodul yang dibentuk oleh strain Rhizobium inefektif biasanya kecil, mengandung sedikit jaringan bakteroid, dan menunjukkan akumulasi tepung dalam sel tanaman inang yang tidak mengandung Rhizobium [1].

Rhizobium adalah bakteri yang mampu menjalin simbiosis dengan tanaman leguminosa atau inangnya. Bakteri rhizobium secara umum termasuk golongan heterotrof yaitu sumber energinya berasal dari senyawa-senyawa organik seperti sukrose dan glukose. Dengan demikian untuk mendapatkan senyawa organik tersebut bakteri membutuhkan tanaman inang [2]. Nodul yang terbentuk sebagai petunjuk sudah terdapatnya simbiosis rhizobium dan tanaman.

Proses nodulasi dimulai ketika flavonoid atau isoflavonoid yang dilepaskan oleh akar tanaman leguminosa merangsang transkripsi gen rhizobium yang sesuai, sehingga terbentuk molekul lipochitoooligosakarida yang memberi sinyal pada tanaman untuk memulai pembentukan nodul akar. Akar tanaman kemudian mengeluarkan zat yang merangsang aktivitas bakteri Rhizobium. Ketika bakteri bersentuhan dengan akar rambut, akar rambut akan mengalami pengeritingan. Setelah bakteri masuk ke dalam akar, mereka berkembang biak yang ditandai dengan pembengkakan akar, yang kemudian membesar dan membentuk nodul akar [7].

Kemampuan nodul akar dalam memfiksasi nitrogen meningkat seiring bertambahnya umur tanaman, namun mencapai puncak maksimal pada akhir masa berbunga atau awal pembentukan biji. Setelah masa pembentukan biji, kemampuan fiksasi

nitrogen menurun karena banyaknya nodul akar yang menua dan gugur. Penurunan ini juga dapat disebabkan oleh kompetisi fotosintesis antara proses pembentukan biji dan aktivitas nodul akar [1].



Gambar 2. Nodul aktif (A), penyimpanan nodul pada silicagel (B)

Pada Gambar 2. dapat dilihat nodul aktif (A), nodul aktif tersebut dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk hayati. Untuk menjaga kelembaban nodul dapat disimpan dengan menggunakan silicagel (B). Pemanfaatan nodul sebagai pupuk hayati dengan cara melakukan seleksi daya tumbuh dengan cara mengisolasi dan mengautentifikasinya. Isolat yang sudah teridentifikasi dijadikan Inokulan untuk dapat diberikan pada inang atau tanaman yang sama atau diberikan kepada jenis leguminosa lainnya. Pemberian inokulasi pada tanaman yang sama bertujuan untuk meningkatkan jumlah bakteri terutama bakteri rhizobium untuk hidup dan berkembang pada tanah, dan meningkatkan kemampuan bakteri-tanaman untuk mengikat nitrogen yang ada di udara, sehingga penggunaan pupuk terutama pupuk sumber nitrogen seperti urea dapat digantikan. Pemberian inokulan pada tanaman yang berbeda juga dapat digunakan, pemberiannya bertujuan untuk menyediakan N untuk pertumbuhan tanaman, dan menginduksi terbentuknya nodul. Inokulasi rhizobium mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai, penambahan inokulan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan vegetatif berupa tinggi tanaman dan parameter reproduktif seperti umur berbunga, jumlah polong pertanaman, umur panen dan berat biji 1000 biji [8]

Inokulan yang diberikan kadangkala nodul tidak terbentuk pada perakaran leguminosa, disebabkan karena tidak terdapatnya kesesuaian antar bakteri rhizobium dengan tanamannya, kemudian bisa juga disebabkan karena tingginya kompetisi dengan mikroorganisme lain yang terdapat pada tanah, sehingga peningkatan jumlah inokulan perlu ditingkatkan dan menggunakan inokulan yang sesuai. Inokulasi rhizobium (biji 5g/1kg) memberikan hasil tertinggi untuk jumlah bintil akar pada tanaman kedelai [6]. Inokulasi pada leguminosa perlu dilakukan untuk meningkatkan fiksasi nitrogen dan mengurangi ketergantungan terhadap pupuk nitrogen [11].

4. Kesimpulan

Nodul aktif yang terbentuk pada leguminosa centrocema dan kaliandra, dapat dijadikan inokulan sebagai pupuk hayati untuk menggantikan penggunaan pupuk kimia dan untuk direkomendasikan sebagai pupuk hayati jumlah nodul aktif harus ditingkatkan dengan menambah umur panen tanaman leguminosa. Penelitian ini masih terbatas pada beberapa jenis leguminosa, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dengan jenis leguminosa lain untuk melihat [otensinya dalam memproduksi nodul aktif.

Referensi

- [1] Adisarwanto, T. (2005) "Kedelai: budi daya dengan pemupukan yang efektif dan pengoptimalan peran bintil akar." Penebar Swadaya, Jakarta.
- [2] Adnyana, G. M. (2012) "Mekanisme penambahan nitrogen udara oleh bakteri *Rhizobium* menginspirasi perkembangan teknologi pemupukan organik yang ramah lingkungan." *Jurnal Agrotrop* 2 (2): 145–149.
- [3] Evizal, T., Tohari, I. D. Prijambada, J. Widada, and D. Widiyanto. (2010) "Penilaian pohon legum pelindung kopi berdasarkan keragaman genetik, produktivitas, dan aktivitas bintil akar." Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- [4] Gutteridge, R. C., and G. W. Mathison. (1994) "Forage tree legumes in tropical agriculture." In H. M. Shelton (ed.), *Forage tree legumes in tropical agriculture*, pp. 3–11. CAB International, Wallingford.
- [5] FNCA Biofertilizer Project Group. (2006) *Biofertilizer manual*. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA), Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo.
- [6] Hendriyanto, M. F., Suharjo, and R. Sri. (2017) "Aplikasi inokulasi *Rhizobium* dan pupuk SP-36 terhadap produksi dan mutu benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) varietas Dering." *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences* 1 (1): 84–94.
- [7] Hidayat, N., M. C. Padaga, and S. Suhartini. (2006) *Mikrobiologi industri*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [8] Nurliaty. (2004) "Pengaruh inokulum *Rhizobium* sp. dan perendaman benih dengan IAA terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di polibeg." Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area.

- [9] Marjanah, and Fitriyani. (2017) “Pengaruh kompos terhadap pertumbuhan *Rhizobium* pada tanaman kacang (Leguminosae).” *Jurnal Jeumpa* 4 (2): 1–7.
- [10] Mardhiyetti. (2003) “Uji resistensi *Rhizobium* alam pada *Calliandra calothyrsus*.” Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [11] Pamungkas, R. D. S., and M. I. Mokhmad. (2018) “Isolasi bakteri *Rhizobium* dari tumbuhan leguminosa yang tumbuh di lahan bergambut.” *Jurnal Agroteknologi* 9 (1): 31–40.
- [12] Rao, N. S. S. (2010) *Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- [13] Sari, R., and R. Prayudyaningsih. (2015) “*Rhizobium*: Pemanfaatannya sebagai bakteri penambat nitrogen.” *Info Teknis Eboni* 12 (1): 51–64.
- [14] Simarmata, T. (2007) “Revitalisasi kesehatan ekosistem lahan kritis dengan memanfaatkan pupuk biologis mikoriza dalam percepatan pengembangan pertanian ekologis di Indonesia.” *Jurnal Visi* 15 (3): 289–306.
- [15] Suryantini. (2015) “Pembintilan dan penambatan nitrogen pada kacang tanah.” *Monograf No. 13: Kacang Tanah*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang