

Pengaruh Inokulasi Bakteri Terhadap Pertumbuhan Awal Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Sri Widawati & Maman Rahmansyah

Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta-Bogor km 46. E-mail:
widadomon@yahoo.com

ABSTRACT

Bacterial inoculants affect the early growth of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L). Genera of *Azotobacter*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Citrobacter*, *Nitrosomonas*, *Rhizobium*, and *Spaerotillus natans* were soil bacterial isolates. The soil was collected from numerous places around Pontianak, West Kalimantan. Those isolates were used as inoculants, and formulated to single and mixed bacterial inoculants, then used to stimulate the early growth of jatropha seedling in 15 weeks at greenhouse condition. Bacterial inoculations caused better growth performance compared to its control as pure soil garden medium without inoculations, and neither to bare soil dresses with compost. In the presence of inoculants, plant height was accelerated quickly while other inoculants affected to stalk diameter development. Daily growth performance of jatropha peaked in 8 and 11 weeks after inoculation of *Citrobacter* and *Nitrosomonas* bacterial component were used as single inoculant, respectively. The increasing of shoot biomass accumulation was three times as caused by single inoculants (*Bacillus* sp), and the highest one up to four times of biomass weight caused by a mixture inoculants as consortium of *Azotobacter*, *Bacillus*, and *Nitrosomonas* spp. That selective inoculant has opportunity to be used for jatropha farming, and this basic study is meaningful to jatropha cultivation for standing to bio-fuel resources.

Keywords: *Jatropha curcas* L., inoculants, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Citrobacter*, *Nitrosomonas*, *Rhizobium*, *Spaerotillus natans*.

Kata kunci: *Jatropha curcas* L., inoculants, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Citrobacter*, *Nitrosomonas*, *Rhizobium*, *Spaerotillus natans*.

PENDAHULUAN

Semakin menipisnya deposit bahan bakar fosil di dalam perut bumi mengakibatkan terpicunya penggalian sumber energi alternatif. Pemanfaatan minyak nabati sebagai sumber bahan bakar menjadi salah satu pilihan pengganti. Produksi minyak nabati diawali dengan aktivitas produksi biomassa yang memerlukan dukungan

sistem agronomi yang efisien. Pemanfaatan pupuk hayati (*biofertilizer*) secara ekologis menguntungkan dalam menekan pencemaran tanah dan air, maupun pencemaran udara akibat emisi nitrogen oksida karena penggunaan pupuk kimia yang tidak tepat takaran.

Biji jarak pagar mengandung minyak yang bisa dijadikan bahan baku minyak bakar (*bio-diesel*) penggerak mesin. Kandungan minyak mencapai 40%

sebagai trigliserida berviskositas sedang, atau setara dengan 1,6 metriks ton minyak jarak hasil produksi tanaman per hektar. Capaian hasil masih berpeluang ditingkatkan melalui pemupukan dengan memanfaatkan mikroba simbion maupun nonsimbion sebagai pelengkap komponen pada pupuk hayati (Elefan 2008), yang secara agronomi cukup menguntungkan baik terhadap segi ekonomi maupun lingkungan (Wani *et al.* 2006).

Bakteri *Azotobacter chroococcum* selain sebagai bakteri penambat nitrogen yang hidup bebas di tanah (*free living microorganism*) juga mampu menghasilkan fitohormon serupa asam giberelin dan indol asetat yang bisa meningkatkan pertumbuhan, serapan hara, dan efisiensi fotosintesa pada tanaman sehingga mampu meningkatkan produksi dan kualitas biomassa (Maheswari *et al.* 1991; Lewis *et al.* 1995; Kandeel *et al.* 2002; Badran & Safwat 2004; El-Ghadban *et al.* 2006). Perlakuan bakteri *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum lipoferum*, dan *Bacillus megatherium* terhadap tanaman *Foeniculum vulgare* Mill. yang diinokulasikan secara tunggal maupun gabungan mampu meningkatkan bobot biomassa dan kandungan minyak atsiri (Mahfouz & Sharaf-Eldin 2007). Pemberian inokulan *Bacillus megatherium* dapat meningkatkan 10,9% biomassa tanaman kacang akibat meningkatnya ketersediaan fosfor di tanah yang dapat diserap tumbuhan (Yousry *et al.* 1978). Inokulan bakteri *Bacillus pumilus* berpengaruh terhadap pertumbuhan bagian atas tanaman (*shoot*), sedangkan inokulasi *Bacillus polymyxa* mempengaruhi pertumbuhan

akar jarak pagar sampai umur 42 hari setelah perkecambahan (Desai *et al.* 2007).

Pembuatan pupuk hayati memerlukan ketersediaan isolat mikroba yang dapat direproduksi dan teruji atas fungsi metabolik yang dimilikinya. Pusat koleksi mikroba Bidang Mikrobiologi Puslit Biologi LIPI menyimpan koleksi yang isolatnya diperoleh dari tanah yang berasal dari berbagai daerah di Pontianak, Kalimantan Barat. Bakteri yang berhasil diisolasi adalah *Azotobacter*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Citrobacter*, *Nitrosomonas*, *Rhizobium* spp. dan *Sphaerotillus natans*. Isolat tersebut digunakan untuk membuat inokulan dan diujikan kepada tanaman jarak pagar. Tujuannya adalah untuk mendapatkan formula isolat terbaik untuk menunjang pertumbuhan jarak pagar. Evaluasi efek pemberian inokulan ditelaah melalui produksi biomassa dan percepatan tumbuh tanaman yang ditumbuhkan secara terkontrol di dalam rumah kaca sampai umur 15 minggu setelah perkecambahan.

BAHAN DAN CARA KERJA

1. Penyediaan benih dan isolat untuk bahan inokulan

Biji jarak pagar dipilih yang ukurannya seragam untuk digunakan sebagai bibit. Bakteri diperoleh dari koleksi mikroba Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI, sebagai isolat bakteri tanah dari beberapa daerah asal Pontianak. Setiap jenis bakteri ditumbuhkan dalam 100 ml media cair di dalam botol yang telah disterilkan

sebelumnya dengan autoklaf 121°C selama 15 menit. Media tadi mengandung: 1 g glukosa; 0,5 g Ca_3PO_4 ; 0,05 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 0,02 g KCl; 0,01 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,001 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 0,05 g yeast ekstrak dan 0,001 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, kemudian dikondisikan pada pH 7, diinkubasi selama 7 hari, digoyang pada kecepatan 150 rotasi per menit, dan setelah proses inkubasi kemudian dihitung populasinya dengan metode *plate count*. Populasi bakteri di dalam 100 ml inokulan cair masing-masing terhitung 4×10^7 *Azotobacter*; 5×10^7 *Bacillus*, 3×10^7 *Chromobacterium*, $1,5 \times 10^7$ *Citrobacter*, $1,8 \times 10^7$ *Nitrosomonas*, $1,2 \times 10^7$ *Rhizobium*, dan $2,3 \times 10^7$ *Spaerotillus natans* sebagai Bahan-Inokulan (B-I). Formula inokulan adalah perlakuan yang ditentukan dengan inokulan bakteri-satu-genus (*mono-genera*), atau sebagai inokulancampuran beberapa-genus (*multi-genera*), yang masing-masing diambilkan 10 ml dari B-I, dan kemudian diformulasikan seperti pada Tabel 1.

Mempersiapkan inokulan P-1 sebanyak 30 ml sebagai “inokulan-campuran-beberapa-genus” adalah merupakan campuran beberapa B-I, masing-masing sebanyak seperempatnya atau 7,5 ml sediaan dari inokulan *Azotobacter*, *Bacillus*, *Citrobacter*, dan *Nitrosomonas* spp. yang diisolasi dari tanah asal Rasau Jaya, Pontianak. Demikian pula untuk penyiapan inokulan campuran yang lainnya yang dicampurkan masing-masing menurut jumlah dan asal tanahnya sehingga diperoleh 30 ml inokulan.

Untuk mempersiapkan “inokulan-bakteri-satu-genus” sebagai inokulan P-2 adalah mencampurkan B-I dari *Nitrosomonas* spp. yang diisolasi dari tanah asal Rasau Jaya, Mandor, Karoho, Sambas, Singkawang, dan Mempawah masing-masing sebanyak 5 ml sehingga jumlahnya mencapai 30 ml inokulan P-2. Demikian pula cara yang dilakukan untuk mempersiapkan inokulan tunggal dari genus *Azotobacter*, *Citrobacter*, dan *Bacillus* spp. sebagai inokulan P-3, P-16, dan P-17.

Dalam mengevaluasi pengaruh inokulan-bakteri yang diformulasikan menjadi 9 perlakuan inokulan-campuran, dan 4 macam perlakuan inokulan-sejenis maka digunakan kontrol pupuk hayati lainnya sebagai pembanding. Kontrol tersebut terdiri dari perlakuan kompos-plus-mikroba (P-6), perlakuan kompos sekam ayam (P-7), perlakuan kompos tanpa mikroba (P-8), dan perlakuan P-9 sebagai media tanah kebun tanpa diberi penambahan inokulan maupun kompos.

2. Penanaman jarak pagar dan pengamatan pertumbuhannya

Sebanyak 51 pot plastik (untuk 13 macam perlakuan dan 4 macam kontrolnya, masing-masing 3 ulangan) diisi dengan 3 kg tanah kebun (komposisi seperti pada Tabel 1), kemudian ditempatkan di dalam rumah kaca. Biji dikecambahkan dengan membenamkannya di dalam masing-masing pot sebanyak 3 biji. Setiap biji di dalam pot disiram dengan masing-masing 10 ml inokulan sesuai perlakuan. Satu dari tiga kecambah yang terbaik pada setiap pot

Tabel 1. Inokulan bakteri sejenis dan banyak jenis yang diinokulasikan ke media tumbuh jarak pagar, beserta kontrolnya. Notasi “Kode Perlakuan” pada tabel ini melengkapi keterangan Gambar 2 (P-1 sampai P-17)

| Kode Perlakuan | Bakteri yang digunakan untuk bahan inokulan dan asal isolatnya | Komposisi Media tumbuh jarak pagar (3 kg) | Keterangan |
|----------------|--|---|------------------------------|
| P-1 | - <i>Azotobacter, Bacillus, Citrobacter,</i> dan <i>Nitrosomonas</i> spp. (isolat tanah Rasau Jaya) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-1 |
| P-2 | P-I <i>Nitrosomonas</i> sp. | 3 kg tanah & 30 ml inokulan sat u jenis | Perlakuan-2 Perlakuan-I |
| P-3 | - <i>Azotobacter</i> sp. | 3 kg tanah & 30 ml inokulan sat u jenis | Perlakuan-3 |
| P-4 | - <i>Rhizobium</i> sp (isolat tanah Ketapang) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan sat u jenis | Perlakuan-4 |
| P-5 | - <i>Azotobacter, Bacillus, Citrobacter, Nitrosomonas,</i> dan <i>Rhizobium</i> spp. | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-5 |
| P-6 | - kontrol – 1 (tanpa inokulan) | Tanah & Kompos Plus (3:1) | Perlakuan-6 |
| P-7 | P-D kontrol – 2 (tanpa inokulan) | Tanah & Sekam Ayam (3 : 1) | Perlakuan-7/ Perlakuan-D |
| P-8 | P-E kontrol – 3 (tanpa inokulan) | Tanah & Kompos (3 : 1) | Perlakuan-8/ Perlakuan-E |
| P-9 | P-F kontrol – 4 (tanpa inokulan) | 3 kg tanah | Perlakuan-9/ Perlakuan-F |
| P-10 | - <i>Azotobacter, Bacillus,</i> dan <i>Nitrosomonas</i> spp. (isolat tanah Mandor) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-10 |
| P-11 | - <i>Azotobacter, Bacillus, Citrobacter,</i> dan <i>Nitrosomonas</i> spp. (isolat tanah Pantai Singkawang) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-11 |
| P-12 | - <i>Azotobacter, Bacillus, Citrobacter, Nitrosomonas</i> spp., dan <i>Spaerotillus natans</i> (isolat tanah Mempawah) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-12 |
| P-13 | P-A <i>Azotobacter, Bacillus, Citrobacter,</i> dan <i>Nitrosomonas</i> spp. (isolat tanah Karoho) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-13/ Perlakuan-A |
| P-14 | P-B <i>Azotobacter, Bacillus, Chromobacterium,</i> dan <i>Nitrosomonas</i> spp. (isolat tanah Sambas) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-14/ Perlakuan-B |
| P-15 | P-C <i>Azotobacter, Bacillus, Citrobacter,</i> dan <i>Nitrosomonas</i> spp. (isolat tanah Singkawang) | 3 kg tanah & 30 ml inokulan banyak jenis | Perlakuan-15/ Perlakuan-C |
| P-16 | P-G <i>Citrobacter</i> sp. | 3 kg tanah & 30 ml inokulan sat u jenis | Perlakuan-16/ Perlakuan-G |
| P-17 | P-H <i>Bacillus</i> sp. | 3 kg tanah & 30 ml inokulan sat u jenis | Perlakuan-17/ Perlakuan-H |

dibiarkan tumbuh, sementara dua kecambah lainnya dipangkas pada umur 3 minggu setelah tanam (mst). Pengamatan tinggi dan diameter batang dilakukan pada tanaman berumur 5, 8, 11, dan 14 mst (Gambar 1). Pengamatan bobot biomassa dilakukan pada tanaman berumur 15 mst. Data pada tabel dan gambar adalah nilai rata-rata 3 ulangan dan dianalisis dengan StatView SAS Version 5.0.1.

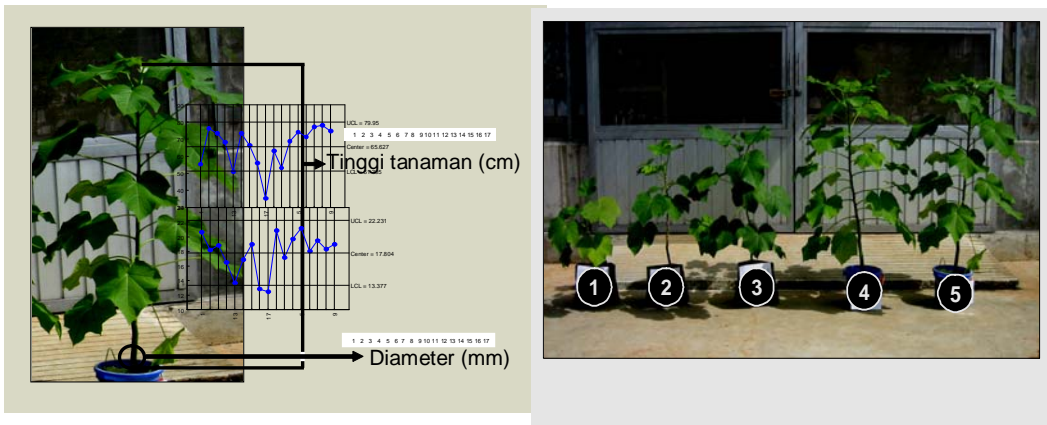
HASIL

Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tinggi tanaman terjadi secara cepat (Gambar 2) pada jarak pagar yang mendapat perlakuan P-2, P-3, P-4, P-6, P-12, P-13, P-14, P-15, P-16, dan P-17, yang umumnya berukuran di atas nilai tengah (*center*). Pemekaran diameter batang yang terjadi di atas rata-rata terjadi pada tanaman yang mendapat

perlakuan P-1, P-2, P-7, P-10, P-12, P-13, P-15, P-16, P-14, dan P-17. Perlakuan P-1 sebagai inokulan campuran 4 jenis bakteri lebih menstimulasi pertumbuhan diameter batang, sedangkan pertumbuhan ke arah panjang batang menjadi kurang berhasil. Efek perlakuan terjadi sebaliknya karena perlakuan P-2 yang menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman menjadi lebih cepat dibanding diameternya. Percepatan pertumbuhan tinggi tanaman pada perlakuan P-2 terjadi karena adanya rangsangan faktor tumbuh, yang pada media tumbuhnya terdapat bakteri *Nitrosomonas* sp. Keseimbangan pertumbuhan tinggi dan diameter terjadi pada perlakuan P-3, P-16, dan P-17 untuk perlakuan inokulan satu jenis, sedangkan pada inokulan banyak jenis terjadi pada perlakuan P-12, P-13, dan P-15.

Pertumbuhan awal jarak pagar yang terbaik sampai umur tanaman 15 mst



Gambar 1. Panjang batang dan diameternya digunakan sebagai parameter pertumbuhan jarak pagar sampai 14 mst (foto kiri). Tanaman yang tidak diberi inokulan pada no. 1, 2, dan 3 terbelakang pertumbuhannya dibanding dengan tanaman yang medianya mendapat inokulan bakteri seperti pada tanaman no 4 dan 5 (foto kanan)

akibat pemberian pupuk hayati terjadi karena P-10, P-A, dan P-C (Tabel 2). Penggunaan ketiga formula inokulan tersebut menjadikan bobot biomassa tanaman berbeda sangat nyata sampai empat kali lebih besar dari kontrolnya (P-9) yang tumbuh di tanah tanpa pemberian inokulan, kompos, atau bahan organik lainnya. Penggunaan inokulan banyak jenis berpengaruh lebih dominan bila dibandingkan dengan inokulan sejenis. Penggunaan inokulan banyak jenis membuka peluang terjadinya sinergi di antara jenis, sehingga menghasilkan pertumbuhan yang optimal kepada tanaman jarak pagar. Sekalipun pada hasil yang lain, inokulan sejenis juga ada yang mampu mengakumulasi biomassa yang tinggi seperti karena penggunaan inokulan *Citrobacter* spp. dan *Bacillus* spp.

Hasil akumulasi biomassa tertinggi akibat perlakuan inokulan banyak jenis terjadi pada perlakuan P-A, P-B, dan P-C bila dibandingkan terhadap P-E, dan P-F sebagai kontrolnya; sedangkan akibat inokulan bakteri sejenis terjadi pada perlakuan P-G, P-H, dan P-I (Gambar 3). Nilai bobot biomassa segar terhadap bobot biomassa kering mendapatkan angka korelasi yang signifikan ($r = 0.95$), yang diasumsikan bahwa penyusutan kadar air bernilai sebanding pada masing-masing perlakuan, atau terjadinya penambahan biomasa secara signifikan karena perlakuan pupuk hayati. Perlakuan P-D sebagai media yang mengandung bahan organik dari kompos sekam ayam menghasilkan pertumbuhan yang berefek sama seperti karena perlakuan inokulan bakteri sejenis

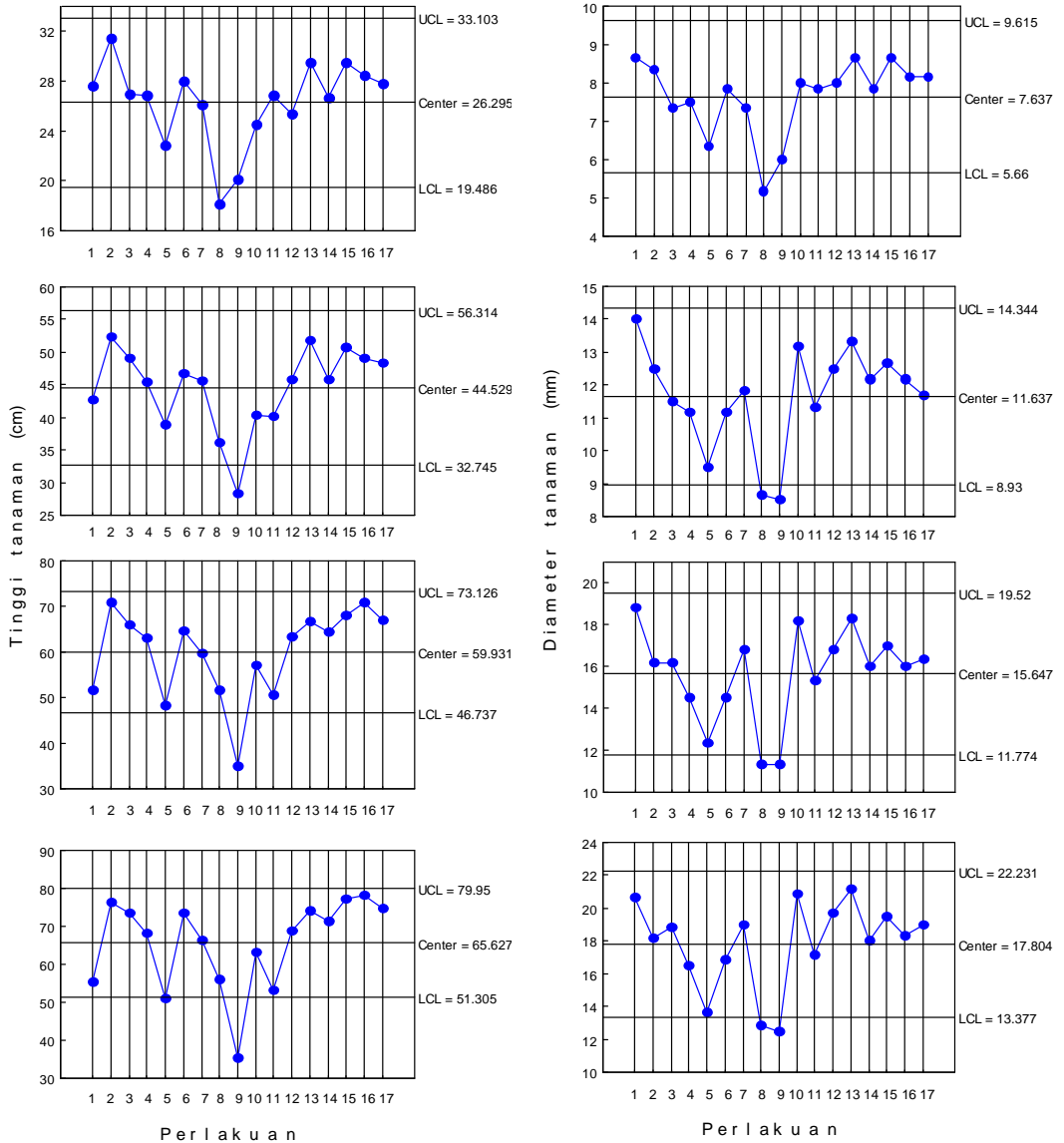
maupun banyak jenis. Jarak pagar sebagai tanaman yang secara alami sintas di lahan marginal, apabila memperoleh tambahan bahan organik dan ketersediaan nitrogen yang cukup seperti yang terkandung pada kompos sekam ayam, akibatnya dapat memperbaiki serapan air, memperkecil erosi, memperbaiki struktur akar, dan memperlancar serapan hara oleh tanaman (Ogunwole *et al.* 2008)

Percepatan tumbuh tanaman (cm/hari) akibat pemberian inokulan berbeda nyata terhadap kontrolnya. Pertumbuhan tercepat terjadi ketika tanaman berumur antara 5 sampai 8 mst, baik akibat perlakuan inokulan bakteri sejenis maupun banyak jenis. Percepatan tumbuh semakin menurun pada pertumbuhan 11 sampai 14 mst, bahkan hampir terhenti pertumbuhannya pada tanaman kontrol yang tumbuh pada media tanah tanpa pemberian bahan organik atau kompos. Percepatan tumbuh masih meningkat antara 8 sampai 11 mst karena perlakuan P-G sebagai akibat perlakuan inokulan sejenis *Citrobacter* sp., namun kemudian menurun pada pertumbuhan 11 sampai 14 mst (Gambar 4). Efek percepatan tumbuh pada diameter batang tidak menghasilkan angka yang signifikan untuk dapat diperbandingkan.

PEMBAHASAN

Memperhatikan telaahan Ranjard dan Richaume (2001), yang menyatakan bahwa persebaran bakteri pada lapisan kompartemen tanah secara kualitas dan kuantitas dipengaruhi oleh keragaman

Pengaruh Inokulasi Bakteri Terhadap Pertumbuhan

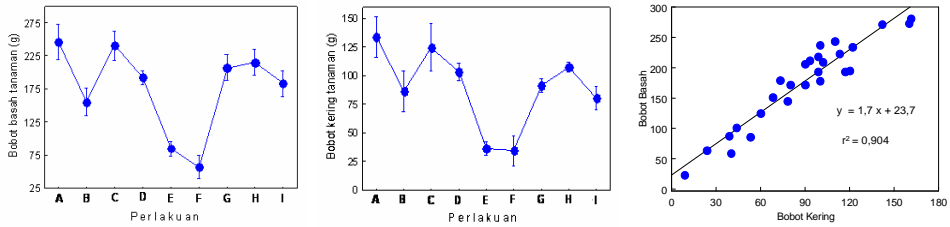


Gambar 2. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi (gambar kiri) dan diameter (gambar kanan) yang diamati pada tanaman umur 5, 8, 11, dan 14 mst. Tinggi dan diameter tanaman yang bernilai di atas rata-rata (*center*) adalah gambaran pertumbuhan yang pesat. Nilai untuk perlakuan P-8 dan P-9 (kontrol) berada di bawah “batas kontrol nilai terendah (*lower control limit = LCL*)”. Nilai yang relatif baik terletak di antara “batas kontrol nilai tertinggi (*upper control limit = UCL*)” dan di atas nilai rata-rata. Data dianalisis dengan menggunakan StatView SAS berdasar “*base sigma on subgroup SDs*”

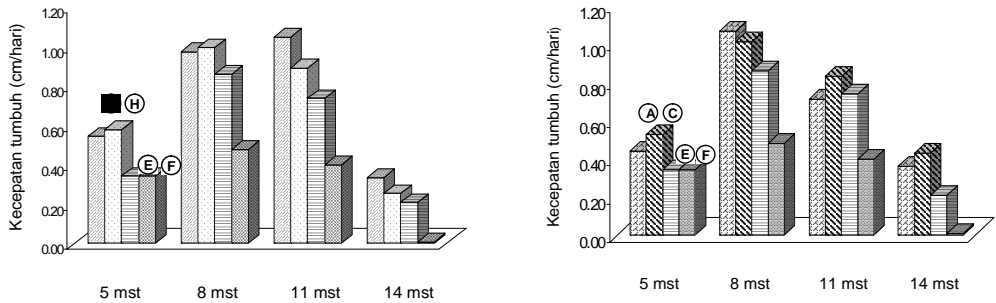
Tabel 2. Perbedaan bobot segar tanaman jarak pagar umur 15 mst akibat perlakuan inokulan bakteri satu jenis dan bakteri banyak jenis dibandingkan dengan kontrolnya

| Kode Perlakuan | Bakteri bahan inokulan | Bobot segar (g) | | | Rataan | (LSD 5%) | |
|-----------------------|------------------------|---|-----|-----|--------|----------|------------|
| | | I | II | III | | | |
| Inokulan sejenis | | | | | | | |
| P-2 | P-I | <i>Nitrosomonas</i> sp | 152 | 180 | 218 | 183 | ABCDEFGHGI |
| P-3 | - | <i>Azotobacter</i> sp | 258 | 124 | 162 | 181 | BCDEFGHIJ |
| P-4 | - | <i>Rhizobium</i> sp | 84 | 144 | 200 | 143 | DEFGHIJKL |
| P-16 | P-G | <i>Citrobacter</i> sp | 172 | 212 | 238 | 207 | ABCDEF |
| P-17 | P-H | <i>Bacillus</i> sp | 244 | 224 | 178 | 215 | ABCDE |
| Inokulan banyak jenis | | | | | | | |
| P-1 | - | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , dan <i>Nitrosomonas</i> spp | 208 | 184 | 170 | 187 | ABCDEFGHGH |
| P-5 | - | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Nitrosomonas</i> , dan <i>Rhizobium</i> spp | 76 | 84 | 74 | 78 | LK |
| P-10 | - | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , dan <i>Nitrosomonas</i> spp | 108 | 328 | 310 | 249 | A |
| P-11 | - | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , dan <i>Nitrosomonas</i> spp. | 200 | 30 | 200 | 143 | DEFGHIJKL |
| P-12 | - | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Nitrosomonas</i> spp, dan <i>Spaerotillus natans</i> | 190 | 188 | 300 | 226 | ABCD |
| P-13 | P-A | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , dan <i>Nitrosomonas</i> spp. | 272 | 194 | 274 | 247 | AB |
| P-14 | P-B | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Chromobacterium</i> , dan <i>Nitrosomonas</i> spp | 146 | 125 | 196 | 156 | CDEFGHIJK |
| P-15 | P-C | <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , dan <i>Nitrosomonas</i> spp | 206 | 234 | 282 | 241 | ABC |
| Kontrol | | | | | | | |
| P-6 | - | - kontrol 1 (tanpa inokulan) | 162 | 180 | 200 | 181 | BCDEFGHIJ |
| P-7 | P-D | - kontrol 2 (tanpa inokulan) | 210 | 172 | 194 | 192 | ABCDEF |
| P-8 | P-E | - kontrol 3 (tanpa inokulan) | 102 | 64 | 88 | 85 | LK |
| P-9 | P-F | - kontrol 4 (tanpa inokulan) | 86 | 60 | 60 | 57 | L |

Pengaruh Inokulasi Bakteri Terhadap Pertumbuhan



Gambar 3. Pengaruh perlakuan terhadap biomassa tanaman (1 dan 2) menghasilkan bobot yang berbeda nyata dari kontrolnya (P-E dan P-F), namun masih sebanding dengan perlakuan P-D (kontrol dengan kompos plus), dan pada sisi parameter lainnya menunjukkan korelasi yang signifikan antara bobot basah terhadap bobot kering



Gambar 4. Kecepatan tumbuh batang hasil pengamatan 5, 8, 11, dan 14 mst pada tanaman yang diberi inokulan satu jenis (P-G dan P-H) dan inokulan banyak jenis (P-A dan P-C), yang masing-masing dibandingkan terhadap tanaman pada media tanah tanpa diinokulasi namun diberi kompos (P-E), atau tanpa kompos (P-F).

fraksi atau serpih tanah, serta ada hubungan preferensi dari bakteri terhadap lingkungan edapiknya. Oleh karena itu bakteri yang diintroduksi melalui inokulan dapat menempati kompartemen menurut fungsi ekologis masing-masing jenis bakteri sehingga tidak bergantung kepada banyak jenis, namun lebih kepada dominasi

kompatibilitas dalam mendukung pertumbuhan jarak pagar. Sokongan inokulan bakteri *Bacillus pumilus* dan *Bacillus polymyxa* yang diteliti oleh Desai *et al.* (2007) terhadap tanaman jarak pagar memperlihatkan fungsi yang efektif dari masing-masing inokulan bakteri terhadap pertumbuhan hijauan dan perakaran tanaman.

Deore & Johnson (2008) berhasil memperbanyak tanaman jarak pagar dengan cara kultur jaringan daun, dan Shrivastava & Banerjee (2008) berhasil memperbanyak dengan sistem klonal secara *in-vitro* dalam memperoleh perbanyak bibit. Namun untuk menunjang pertumbuhan bibit selanjutnya tetap memerlukan bantuan penambahan pupuk hayati, yang mana keberhasilannya terjadi seperti pada pengujian ini. Bakteri *Bacillus* spp yang diujikan oleh Desai *et al.* (2007) sebagai inkulan terhadap media tumbuh jarak pagar berefek nyata terhadap panjang tanaman, biomassa, bobot akar, luas daun, dan klorofil daun bila dibandingkan terhadap kontrolnya. Penambahan variasi bahan organik kitin terhadap inkulan dalam penggunaannya sebagai pupuk hayati memberikan efek lebih baik terhadap biomassa tumbuhan.

Isolat bakteri yang diperoleh dari tanah asal Pontianak, Kalimantan Barat, menjadi koleksi referensi yang telah diketahui manfaatnya untuk pembuatan pupuk hayati, karena terbukti berhasil mendukung pertumbuhan awal jarak pagar. Teknik pemeliharaan terhadap koleksi kultur bakteri menjadi langkah lanjut dalam mempertahankan karakter agar sifat dan fungsi yang telah diperoleh menjadi karakter kunci tersebut tidak mengalami perubahan selama penyimpanan. Penelaahan efektifitas inkulan pupuk hayati lebih lanjut pada kondisi lahan marginal dapat memperkaya referensi karakter bakteri yang kompatibel dengan jarak pagar karena tanaman tersebut dikenal sebagai tanaman yang sintas tumbuh di lahan marginal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan inkulan bakteri pada media tumbuh berpengaruh kuat terhadap pertumbuhan dan biomassa tanaman jarak pagar sampai umur 14-15 mst, apabila dibandingkan dengan kontrolnya yang tidak mendapatkan pasokan inkulan bakteri.

Efek perlakuan P-17 (=P-H) hasil inkulan sejenis (*Bacillus* sp), dan perlakuan P-10 selaku inkulan banyak jenis (*Azotobacter*, *Bacillus*, dan *Nitrosomonas* spp. yang diisolasi dari tanah asal.

Perlu adanya pengamatan berlanjut tentang efek inkulan terseleksi. Untuk menunjang produktivitas tanaman secara optimal pada skala besar perlu dipolakan efisiensi pemupukan sebagai perpaduan pupuk hayati dan pupuk kimia secara terkontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Badran, FS. & MS. Safwat. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyptian J. Agric. Res.* 82(2): 247-256.
- Deore, AC. & TS. Johnson. 2008. High-frequency plant regeneration from leaf-disc cultures of *Jatropha curcas* L.: an important biodiesel plant. *Plant Biotech.. Rep.* 2:7-11
- Desai, S., Ch. Narayanaiah, Ch Kumari, M. Reddy, S. Gnanamankam, GR. Rao & B. Venkateswarlu. 2007. Seed inoculation with *Bacillus* spp. improves seedling

- vigour in oil-seed plant *Jatropha curcas* L. *Biol. Fert. Soils.* 44 (1): 229-234.
- El-Ghadban, EAE., MN. Shalan & TAT. Abdel-Latif. 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Egyptian J. Agric. Res.* 84(3): 977-992.
- Elefan, ES. 2008. Biofertilizers for *Jatropha curcas* L (Euphorbiaceae) grown in different planting media. International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT). *Environmental Technology & Management.* 308-312.
- Kandeel, AM., SAT. Naglaa & AA. Sadek. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annals Agric. Sci., Ain Shams Univ., Cairo.* 47(1): 351-371.
- Lewis, AL., LO. Dominguez & OS. Munoz. 1995. Effect of time and method of *Azotobacter chroococcum* application on the cultivation of garlic (*Allium sativum* L.) cv. *Vietnamita*. *Int. Am. Soc. Tropical Hort.* 39: 27-32.
- Maheshwari, SK., SK. Gangrade & KC. Trivedi. 1991. Comparative response of palmarosa to *Azotobacter* and nitrogen under rainfall and irrigated swards. *Indian Perfume.* 35(2): 308-311.
- Mahfouz, SA. & MA. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Int. Agrophysics.* 21: 361-366.
- Mangkoedihardjo, S. & Surahmida. 2008. *Jatropha curcas* L. for phytoremediation of lead and cadmium polluted soil. *World Appl. Scien. J.* 4(4): 519-522.
- Ogunwole, JO., DR. Chaudhary, A. Ghosh, CK. Daudu, J. Chikara, JS. Patolia. 2008. Contribution of *Jatropha curcas* to soil quality improvement in a degraded Indian entisol. *Plant Soil Sci.* 58(3): 245 – 251.
- Ranjard, L. & A. Richaume. 2001. Quantitative and qualitative microscale distribution of bacteria in soil. *Res. Microbiol.* 152: 707-716.
- Shrivastava, S. & M. Banerjee. 2008. *In vitro* clonal propagation of physic nut (*Jatropha curcas* L.): influence of additives. *Int. J. Inte. Biol.* 3(1):73-78.
- Wani, SP., M. Osman, E. D'Silva & TK. Sreedevi. 2006. Improve livelihoods and environmental protection through biodiesel plantation in Asia. *Asian Biotechnology and Development Review.* 8(2):11-29.
- Yousry, M., OM. Kabesh & MS. Saber. 1978. Manganese availability in a calcareous soil as a result of phosphate fertilization and inoculation with phosphobacterin. *African J. Agric. Sci.* 5(2): 75-80.
- Memasukkan:** April 2009
Diterima: September 2009