

UJI POTENSI RHIZOBAKTERI PEROMBAK PESTISIDA DDT SEBAGAI PUPUK HAYATI (*Biofertilizer*)

Ali Ikhwan¹

ABSTRACT

The research has been obtained 40 isolates of DDT tolerance rhizobacteria before. Even though the research has not studied to the isolates as biofertilizer yet. The matter is very interesting for inoculum developments that have double capability for DDT degradation and as biofertilizer to improve plant growth and productivity. Because that, the research's aim was to study of potency the isolates as biofertilizer.

In the research was used 10 isolates which tolerance to DDT i.e. ICDDT-1M, ICDDT-2M, ICDDT-5M, ICDDT-13M, ICDDT-4P, ICDDT-5P, ICDDT-6P, ICDDT-9P, ICDDT-5N, and ICDDT-7N. The methodology of the research were three level: (1) study of nitrogen fixation capability, (2) study of growth hormone IAA productivity and (3) study of organic matter decomposition. The capability of nitrogen fixation was observed with inoculation of isolate in M63 media without nitrogen. The growths of isolate in the media were observed by spectrophotometry @ 420 nm. The productivity of IAA was observed with Ehrlich reagent and the capability decomposition of organic matter was observed by the isolates growth in M63 media with lignin and cellulose as carbon sources.

The obtained of research have demonstrated that the isolates have capable to nitrogen fixation and lignin decomposition, but the almost isolates have not capable to synthesis IAA extra cellular except ICDDT-1-M. Beside that 4 isolates i.e. ICDDT-1-M, ICDDT-5-N, ICDDT-7-N and ICDDT-4-P have capable to degrade cellulose as carbon sources and the others have not capable.

1. PENDAHULUAN

Umumnya teknologi biofertilizer atau pupuk hayati dikembangkan dari bakteri atau jamur yang hidup di daerah perakaran (rhizosfer). Rhizorhizobakteri adalah bakteri yang hidup di daerah perakaran (*rhizosfer*) dan berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Pada dasarnya rhizobakteri dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu (1) rhizorhizobakteri yang memacu pertumbuhan tanaman (*PGPR : plant growth - promoting rhizobacteria*) dan (2) rhizorhizobakteri yang merugikan tanaman (*DRB : deleterious rhizobacteria*). PGPR dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman melalui : produksi hormon pertumbuhan kemampuan fiksasi N untuk peningkatan penyediaan N tanah, penghasil osmolit sebagai osmoprotektan pada kondisi cekaman kekeringan dan penghasil senyawa tertentu yang dapat membunuh patogen tanaman (Kloepper, 1993). Menurut Lalonde *et al.* (1989), *Pseudomonas* sp. mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan

tanaman yang dapat meningkatkan berat kering tanaman jagung mencapai 9%, sedangkan *Salmonella liquefaciens* meningkatkan berat kering mencapai 10% dan *Bacillus* sp. meningkatkan berat kering mencapai 7% lebih tinggi dibanding kontrol.

Selain itu, rhizorhizobakteri mempunyai kemampuan fiksasi N yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Fiksasi N₂ secara biologis mampu menyumbang kurang lebih 70% dari seluruh fiksasi N di muka bumi. Kurang lebih 50% dari hasil fiksasi tersebut merupakan hasil asosiasi rhizobia-legum (Arshad, 1993). Hasil percobaan di lapangan menunjukkan bahwa, *Azotobacter* sp. tanpa pemberian pupuk N dapat meningkatkan hasil tanaman padi mencapai 16,69%. *Azospirillum* sp. dengan pemberian pupuk N 120 kg/ha dapat meningkatkan hasil tanaman padi mencapai 43,49%. Di sisi lain, pada percobaan di rumah kaca dengan pupuk N takaran tertentu (tidak disebutkan secara jelas takarannya) *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan

¹ Ali Ikhwan. Jurusan Agronomi. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Malang
Alamat Korespondensi : Jl. Mergo Basuki X/2 Mulyo Agung Dau Malang
Tlp. 0341-463967, Hp. 08125269715.

hasil padi mencapai 115,91% dan *Pseudomonas* sp. mencapai 112,88% (Rao *et al.*, 1987).

Kemampuan lain dari rhizorhizobakteri adalah mampu memproduksi osmolit sebagai osmoprotektan dalam kondisi cekaman osmotik maupun cekaman kekeringan. Hartman *et al.* (1991) menyatakan bahwa *Azospirillum halopraeferens* (penghasil osmoprotektan glisin betain), mampu mempertahankan aktivitas nitrogenase (enzim pemfiksasi N) $\pm 100\%$ pada cekaman osmotik mencapai 27 bar. Nitrogenase merupakan kompleks enzim pemfiksasi N yang terdiri atas dua sub unit protein yaitu protein molybdenum-besi (MoFe) dan protein yang mengandung Fe (McCardell dan Sadowsky, 1993). Strom *et al.* (1989) melaporkan bahwa penambahan glisin betain mampu memacu fiksasi N secara nyata pada *Klebsiella pneumoniae* yang ditumbuhkan pada cekaman osmotik 0,65 M NaCl. Dengan demikian sumbangan hasil fiksasi N pada ketersediaan N tanah pada kondisi tersebut secara nisbi masih dapat dipertahankan.

Sumbangan lain yang tidak kalah penting dari rhizorhizobakteri (PGPR) adalah mampu menekan pertumbuhan rhizorhizobakteri patogen tanaman (DRB). Ada dua mekanisme dalam menekan DRB yaitu (1) memacu pertumbuhan tanaman sehingga tanaman lebih “sehat” sehingga tidak mudah diserang oleh patogen, dan (2) menghasilkan metabolit tertentu seperti : antibiotik, siderofor dan HCN yang dapat membunuh patogen (Kloepper, 1993).

Hasil penelitian sebelumnya telah diperoleh sebanyak 40 isolat rhizobakteri yang berasal dari rhizosfer kubis, apel dan padi. Isolat rhizobakteri yang diperoleh cenderung bersifat aerobik dan berbentuk sirkulair. Dari 40 isolat tersebut sebanyak 29 isolat bakteri yang toleran sampai aras 1000 ppm DDT dan 5 isolat diantaranya yang berpotensi merombak DDT, karena mampu menggunakan DDT sebagai sumber karbon. Isolat bakteri yang berasal dari rhizosfer padi cenderung lebih toleran dan mampu merombak DDT sebagai sumber karbon dibanding dari rhizosfer yang lain. Namun demikian dalam penelitian tersebut belum diuji apakah isolat tersebut juga berpotensi untuk digunakan sebagai biofertilizer, mengingat bahwa isolat yang diperoleh merupakan rhizobakteri yang berasal dari daerah perakaran atau rhizosfer tanaman, yang pada umumnya mempunyai hubungan erat dengan kehidupan tanaman. Oleh karena itu, penelitian

diorientasikan untuk menguji potensi dari isolat tersebut sebagai biofertilizer.

2. METODE PENELITIAN

Pada dasarnya penelitian ini ada tiga bagian utama yaitu: (a) uji kemampuan rhizobakteri dalam menghasilkan hormon pertumbuhan (*growth hormone*) IAA, (b) uji kemampuan rhizobakteri dalam pengikatan nitrogen dari udara dan (c) uji kemampuan rhizobakteri sebagai dekomposer senyawa organik lignin dan selulose.

Uji Kemampuan Fiksasi N

Stok isolat ICDT-7-N, ICDT-4-P, ICDT-5-P, ICDT-6-P, ICDT-9-P, ICDT-1-M, ICDT-2-M, ICDT-5-M dan ICDT-13-M ditumbuhkan pada media cair M63 tanpa penambahan mineral nitrogen. Komposisi medium mineral M63 yang digunakan adalah sebagai berikut: KH_2PO_4 100 mM, KOH 75 mM, MgSO_4 0,16 mM, FeSO_4 3,9 mM dan glukosa 100 mM (Rudulier *et al.*, 1984). Pertumbuhan rhizobakteri pada media ini diamati secara spektrofotometri dengan panjang gelombang (λ) 420 nm.

Uji Kemampuan Produksi Hormon IAA

Stok isolat ICDT-7-N, ICDT-4-P, ICDT-5-P, ICDT-6-P, ICDT-9-P, ICDT-1-M, ICDT-2-M, ICDT-5-M dan ICDT-13-M ditumbuhkan dalam media ekstrak daging kemudian diinkubasi selama 4 hari dengan suhu 36 °C. Larutan inokulum rhizobakteri kemudian ditambah dengan eter kemudian digojog dan selanjutnya dibiarkan sampai terbentuk lapisan. Secara hati-hati ditambahkan larutan regensia Ehrlich. Jika terbentuk warna merah ungu dibawah lapisan eter menunjukkan terbentuknya senyawa indol yang merupakan senyawa dasar dari *Indole Acetic Acid* (IAA).

Uji Kemampuan Perombakan Bahan Organik

Uji perombakan bahan organik digunakan media M63 cair dengan sumber karbon sellulosa atau lignin. Kedua sumber karbon tersebut dipilih sebagai perwakilan senyawa organik yang paling sukar dirombak. Pertumbuhan isolat rhizobakteri ICDT-7-N, ICDT-4-

P, ICDT-5-P, ICDT-6-P, ICDT-9-P, ICDT-1-M, ICDT-2-M, ICDT-5-M dan ICDT-13-M diamati secara spektrofotometri dengan panjang gelombang (λ) 420 nm. Rhizobakteri yang mampu tumbuh pada media ini memberikan indikasi bahwa isolat tersebut mampu merombak bahan organik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Potensi Fiksasi N

Hasil pengamatan pertumbuhan isolat pada media minimal M63 cair bebas N diperoleh bahwa kesepuluh isolat yang digunakan dapat tumbuh dengan baik (gambar 5 dan 6) hasil pengamatan tersebut mengindikasikan bahwa semua isolat yang dicobakan mampu memfiksasi N dari udara untuk kebutuhan pertumbuhannya. Pola pertumbuhan dari masing-masing isolat mencerminkan pola potensi dalam memfiksasi N dari masing-masing isolat tersebut. Hal tersebut menunjukkan kemampuan isolat dalam memfiksasi N yang ada di udara (yang ada dibotol reaktor) untuk memenuhi kebutuhan N dalam pertumbuhannya, yang tidak dapat disediakan oleh media M63 yang bebas N atau tanpa N.

Isolat Rhizobakteri dari Rhizosfer Kubis

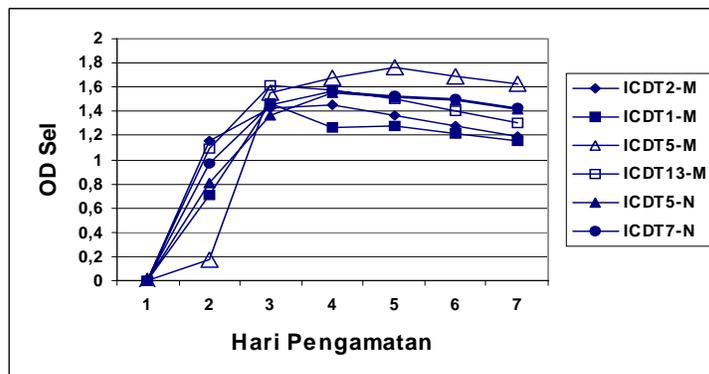
Isolat yang berasal dari rhizosfer kubis menunjukkan bahwa isolat ICDT-5-M mempunyai kecenderungan potensi fiksasi N yang relatif tinggi dibanding isolat yang lain. Hal tersebut ditunjukkan dengan kemampuan pertumbuhan (OD sel) yang relatif tinggi dibanding yang lain, meskipun kecepatan

adaptasinya relatif lebih rendah dibanding isolat yang lain. Dengan demikian isolat ICDT-5-M mempunyai kecepatan pertumbuhan yang relatif lambat (*slow grower*) yaitu pada hari pengamatan ke tiga baru menunjukkan fase akseleratifnya sedangkan isolat yang lain cenderung mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat (*fast grower*.) karena pada hari pengamatan ke dua sudah mulai masuk fase akseleratif. Namun demikian isolat ICDT-5-M mempunyai tingkat pertumbuhan lebih tinggi dibanding yang lain (Gambar 5).

Isolat Rhizobakteri dari Rhizosfer Padi

Isolat yang berasal dari rhizosfer padi, menunjukkan bahwa isolat ICDT-5-P mempunyai kecenderungan potensi fiksasi N yang relatif tinggi dibanding isolat yang lain. Hal tersebut ditunjukkan dengan kemampuan pertumbuhan isolat ICDT-5-P yang relatif lebih tinggi pada media M63 bebas N dibanding isolat yang lain, meskipun dari aspek kecepatan adaptasi terhadap media tanpa N lebih rendah dibanding ICDT-6-P, sedangkan untuk isolat ICDT-4-P pertumbuhannya paling rendah (gambar 6). Isolat ICDT-5-P mempunyai fase adaptasi 2 hari sedangkan isolat ICDT-4-P dan ICDT-6-P mempunyai fase adaptasi 1 hari dan isolat ICDT-9-P pertumbuhannya relatif tidak stabil.

Pola pertumbuhan dari masing-masing isolat mencerminkan pola potensi dalam memfiksasi N dari masing-masing isolat tersebut. Hal tersebut menunjukkan kemampuan isolat dalam memfiksasi N yang ada di kolom udara yang ada dibotol reaktor untuk memenuhi kebutuhan N dalam pertumbuhannya, yang tidak dapat disediakan oleh media M63 yang bebas N atau tanpa N.



Gambar 5. Kurva pertumbuhan beberapa isolat rhizobakteri yang berasal dari rhizosfer kubis pada media M63 cair bebas N

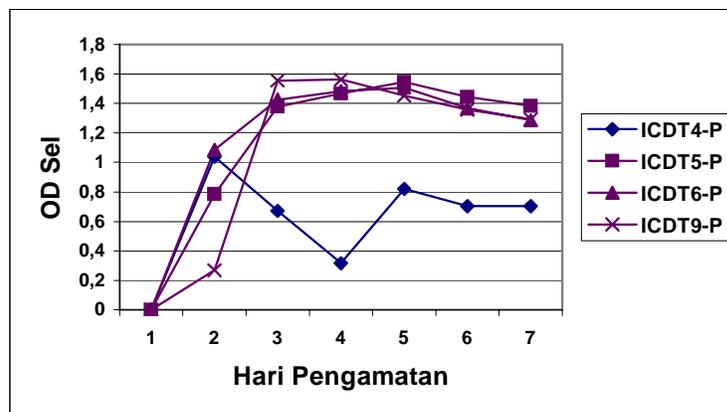
Selain itu, secara rerata pertumbuhan isolat yang berasal dari rhizosfer kubis (ICDT-5-M) relatif lebih tinggi dibanding dari rhizosfer tanaman padi (ICDT-5-P) Dengan demikian isolat yang berasal dari rhizosfer kubis relatif mampu memfiksasi N lebih tinggi dibanding isolat yang berasal dari rhizosfer padi. Namun demikian fase adaptasi dari isolat rhizobakteri yang berasal dari rhizosfer kubis lebih lambat yaitu 2 hari dibanding isolat rhizosfer padi yang hanya satu hari.

Uji Potensi Produksi IAA Ekstra Selular

Pada uji potensi produksi IAA ekstraselular diamati secara kualitatif dengan mengamati intensitas terbentuknya cincin ungu ketika ditetesi dengan reagensia Ehrlich. Hasil pengamatan menunjukkan baik isolat yang berasal dari rhizosfer kubis maupun padi relatif kurang mampu mensintesa IAA ekstraselular (lihat tabel 1 dan 2).

Isolat Rhizobakteri dari Rhizosfer Kubis

Isolat rhizobakteri dari rhizosfer kubis sebagian besar tidak mampu mensintesa IAA ekstraselular kecuali ICDT-1-M dan ICDT-13-M. Potensi ICDT-1-M dalam mensintesa IAA relatif lebih besar dibanding isolat yang lain yang berasal rhizosfer kubis. Isolat ICDT-13-M hanya sedikit mensintesa IAA dan isolat yang lain (ICDT-2-M, ICDT-5-M, ICDT-5-N dan ICDT-7-N) tidak mampu mensintesa IAA tersebut (Tabel 1). Hal tersebut ditunjukkan dengan intensitas cincin ungu yang terbentuk ketika ditetesi dengan reagensia Ehrlich. Terbentuknya cincin ungu merupakan reaksi gugus indol yang ada di IAA (*Indole Acetic Acid*) dengan reagensia Ehrlich. Dengan demikian semakin tinggi intensitas cincin ungu yang terbentuk semakin tinggi kandungan IAA. Kecilnya sintesa IAA oleh isolat rhizobakteri tersebut menunjukkan bahwa potensi isolat dalam produksi IAA ekstraselularnya rendah.



Gambar 6. Kurva pertumbuhan beberapa isolat rhizobakteri yang berasal rhizosfer padi pada media M63 cair bebas N

Tabel 1. Hasil pengamatan intensitas warna terbentuknya IAA ekstraselular beberapa isolat dari rhizosfer kubis

No.	Isolat Rhizobakteri	Intensitas Warna IAA	Keterangan
1.	ICDT-1M	++	Kandungan IAA sedang
2.	ICDT-2M	-	Nihil
3.	ICDT-5M	-	Nihil
4.	ICDT-13M	+	Kandungan IAA sedikit
5.	ICDT-5N	-	Nihil
6.	ICDT-7N	-	Nihil

Tabel 2. Hasil pengamatan pembentukan IAA ekstraselular pada isolat rhizobakteri yang berasal rhizosfer padi

No.	Isolat Rhizobakteri	Intensitas Warna IAA	Keterangan
1.	ICDT-4P	-	Nihil
2.	ICDT-2P	-	Nihil
3.	ICDT-6P	+	Kandungan IAA sedikit
4.	ICDT-9P	-	Nihil

Tabel 3: Pengamatan pertumbuhan isolat rhizobakteri padi pada media M63 dengan sumber karbon lignin, umur 2 hari

No.	Isolat Rhizobakteri	Intensitas Pertumbuhan	Keterangan
1.	ICDT-1M	+++	Tumbuh baik
2.	ICDT-2M	+++	Tumbuh baik
3.	ICDT-5M	+++	Tumbuh baik
4.	ICDT-13M	++++	Tumbuh sangat baik
5.	ICDT-5N	+++	Tumbuh baik
6.	ICDT-7N	++++	Tumbuh sangat baik

Tabel 4: Pengamatan pertumbuhan isolat rhizobakteri padi pada media M63 dengan sumber karbon lignin, umur 2 hari

No.	Isolat Rhizobakteri	Intensitas Pertumbuhan	Keterangan
1.	ICDT-4P	++++	Tumbuh baik
2.	ICDT-5P	+++	Tumbuh baik
3.	ICDT-6P	++++	Tumbuh sangat baik
4.	ICDT-9P	+++	Tumbuh baik

Isolat Rhizobakteri dari Rhizosfer Padi

Isolat rhizobakteri dari rhizosfer padi hampir semua tidak mampu mensintesa IAA ekstraselular kecuali ICDT-6-P. Potensi ICDT-6-P dalam mensintesa IAA relatif kecil (Tabel 2).

Uji Potensi Perombakan Bahan Organik

Pada uji ini digunakan selulosa dan lignin sebagai perwakilan komponen bahan organik yang sukar dirombak.

Uji Perombakan Lignin

Uji perombakan lignin dilakukan dengan mengamati pertumbuhan isolat rhizobakteri pada media agar M63 dengan sumber karbon lignin. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua isolat yang dicobakan dapat tumbuh baik pada media. Hal tersebut menunjukkan bahwa semua isolat rhizobakteri yang dicobakan mampu merombak lignin untuk digunakan sebagai sumber karbon.

Isolat Rhizobakteri Dari Rhizosfer Kubis

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua isolat yang dicobakan dapat tumbuh baik pada media agar M63 dengan sumber karbon lignin (Tabel 2.). Hal tersebut menunjukkan bahwa semua isolat rhizobakteri yang berasal dari rhizosfer kubis mampu merombak lignin untuk digunakan sebagai sumber karbon.

Isolat Rhizobakteri Dari Rhizosfer Padi

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua isolat yang dicobakan dapat tumbuh baik pada media agar M63 dengan sumber karbon lignin (Tabel 3.). Hal tersebut menunjukkan bahwa semua isolat rhizobakteri yang berasal dari rhizosfer padi mampu merombak lignin untuk digunakan sebagai sumber karbon.

Uji Perombakan Selulosa

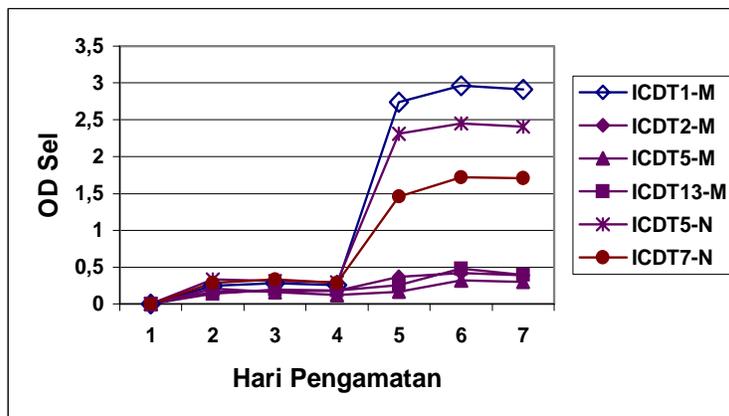
Hasil pengamatan dengan menggunakan media mineral M63 cair dengan sumber karbon selulosa menunjukkan bahwa hampir semua isolat yang dicobakan dapat tumbuh dengan baik, dengan

kecenderungan isolat ICDT-8-P lebih baik dibanding yang lain, sedangkan isolat ICDT-4-M relatif paling lambat pertumbuhannya dibanding yang lain (Gambar 8, 9 dan 10). Hal tersebut menunjukkan bahwa isolat-isolat tersebut mampu merombak selulosa untuk digunakan sebagai sumber karbon dalam pertumbuhannya.

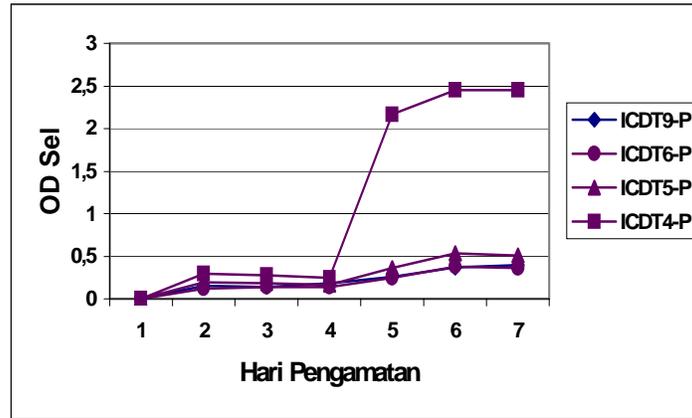
Isolat Rhizobakteri Dari Rhizosfer Kubis

Isolat rhizobakteri yang berasal dari rhizosfer kubis pada dasarnya dapat tumbuh dengan baik dengan sumber karbon selulosa dengan tingkat adaptasi yang berbeda (Gambar 8). Isolat ICDT-10-M mempunyai tingkat adaptasi lebih lambat dibanding yang lain (*slow grower*), namun mempunyai tingkat pertumbuhan yang paling tinggi, sedangkan isolat ICDT-3-M mempunyai tingkat adaptasi lebih cepat dibanding yang lain (*fast grower*), namun tingkat pertumbuhannya relatif lebih rendah dibanding ICDT-10-M. Isolat ICDT-6-M dan ICDT-12-M mempunyai pola dan tingkat pertumbuhan yang relatif sama. Secara rerata fase adaptasi dari masing-masing isolat tersebut berkisar 4 hari baru kemudian masuk pada fase akseleratif yang berarti sudah mulai dapat menggunakan selulosa sebagai sumber karbon.

Isolat yang lain yaitu ICDT-5-M, ICDT-2-M dan ICDT-13-N relatif tidak dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena, pola pertumbuhan masing-masing isolat merupakan indikator pola perombakan selulosa sebagai sumber karbon maka kecepatan perombakan selulosa ICDT-1-M lebih tinggi dibanding yang lain.



Gambar 8. Kurva pertumbuhan isolat rhizobakteri dari perakaran kubis daerah Bumiaji pada media M63 dengan sumber karbon selulosa



Gambar 9. Kurva pertumbuhan isolat rhizobakteri dari perakaran padi pada media M63 dengan sumber karbon selulosa

Isolat Rhizobakteri dari Rhizosfer Padi

Isolat rhizobakteri yang berasal dari rhizosfer padi pada dasarnya kurang dapat tumbuh dengan baik pada media M63 dengan sumber karbon selulosa kecuali ICDT-4-P, dengan tingkat adaptasi selama 4 hari. Oleh karena pola pertumbuhan masing-masing isolat merupakan indikator pola perombakan selulosa sebagai sumber karbon maka kecepatan perombakan selulosa ICDT-8-P lebih tinggi dibanding ICDT-1-P.

Selain itu, secara rerata pertumbuhan isolat yang berasal dari rhizosfer kubis (ICDT-1-M) relatif lebih tinggi dibanding dari rhizosfer tanaman padi (ICDT-4-P) dengan tingkat adaptasi yang sama yaitu 4 hari baru kemudian masuk fase akseleratif yang berarti mulai dapat menggunakan selulosa sebagai sumber karbon. Dengan demikian isolat yang berasal dari rhizosfer kubis relatif mampu merombak selulosa lebih tinggi dibanding isolat yang berasal dari rhizosfer padi.

Uji Potensi Fiksasi N

Secara keseluruhan semua isolat yang dicobakan mempunyai potensi untuk fiksasi N. Hal tersebut ditunjukkan dengan kemampuan pertumbuhannya pada media minimal M63 bebas N (tanpa N), yang berarti bahwa semua isolat mampu memanfaatkan N yang ada di kolom udara pada gelas percobaan. Isolat ICDT-5-M mempunyai kemampuan fiksasi N relatif lebih tinggi dibanding isolat-isolat yang lain, baik yang berasal dari rhizosfer padi maupun kubis. Hal tersebut ditunjukkan dengan pertumbuhan isolat ICDT-5-M lebih tinggi dibanding yang lain pada media bebas N. Menurut Marschner (1986) menyatakan bahwa

rhizobakteri akan mengaktifkan enzim nitrogenase untuk memfiksasi dan mereduksi N udara menjadi gugus NH_2 yang kemudian dirangkai dengan rantai karbon menjadi senyawa amina atau asam amino yang merupakan komponen dasar dalam pembentukan protein dan pembentukan organel sel yang lain. Enzim nitrogenase terdiri dari sub unit protein-Fe dan sub unit protein-Fe-Mo, sehingga keberadaan Fe dan Mo sangat diperlukan untuk aktifator enzim tersebut. Metting (1992) menambahkan bahwa proses fiksasi Nitrogen dikendalikan oleh cluster gen nif yang terdapat dalam genom rhizobakteri, sedangkan untuk rhizobakteri (*Rhizobium sp.*) yang bersimbiose dengan tanaman maka selain mempunyai cluster gen nif juga dilengkapi dengan cluster gen nod yang bertanggung jawab dalam proses nodulasi. Besarnya cluster gen nod ternyata lebih besar dibanding dengan cluster gen nif. Hal tersebut disebabkan gen nod yang mengatur sistem regulasi metabolisme sel tanaman inang dengan sel rhizobakteri agar terjadi kesesuaian dan proses nodulasi.

Dengan demikian, semua isolat mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai biofertilizer yang mampu memfiksasi N dan diaplikasikan di tanah. Hal tersebut disebabkan kandungan unsur hara atau nutrisi tanah jauh lebih kaya dan lebih lengkap dibanding kandungan nutrisi media minimal M63 yang digunakan dalam percobaan, sehingga pertumbuhannya di dalam tanah akan lebih baik dibanding pada media M63 (Tabel 5).

Tabel 5. Perbandingan kandungan nutrisi tanah dan media M63

Kandungan Nutris Tanah (Buckman and Brady, 198)		Media M63 bebas N (Rudulier <i>et al.</i> , 1984).	
Unsur hara	Konsentrasi (%)	Unsur hara	mM
N	0,15	-	-
P	0,04	KH ₂ PO ₄	100
K	1,7	KOH	75
Ca	0,4	MgSO ₄	0,16
Mg	0,3	FeSO ₄	0,0003
S	0,04	glukosa	100
Fe	5,0		
Mn	1,0		
Zn	0,025		
B	0,015		
Cu	0,015		
Cl	0,1		
Co	0,005		
Mo	0,0005		
Bahan Organik	5		

Selain itu, isolat-isolat tersebut merupakan isolat-isolat yang bertipe non-simbiotik (tidak bersimbiose) dengan tanaman inang sehingga mempunyai spektrum asosiasi dengan tanaman inang yang lebih luas atau bahkan rhizobakteri tersebut bertipe *free living* (hidup bebas). Dengan demikian jika isolat tersebut digunakan sebagai pupuk hayati (biofertilizer) tidak terkendala oleh aspek kesesuaian natra strain rhizobakteri dengan tanaman inang. Rhizobakteri tersebut dapat mengefisiensi penggunaan N tanah karena mampu memfiksasi atau memenuhi kebutuhan N sendiri sehingga tidak menggunakan N yang ada di dalam tanah. Oleh karena itu, ketersediaan N bagi tanaman akan lebih besar karena tidak berkompetensi dengan rhizobakteri sehingga penggunaan pupuk N akan lebih efisien.

Uji Potensi Produksi IAA Ekstraselular

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa produksi IAA ekstraselular dari rhizobakteri yang dicobakan relatif kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa rhizobakteri kurang mampu memproduksi IAA ekstraselular secara optimal. Kecilnya produksi IAA ekstraselular kemungkinan karena secara genetik

rhizobakteri tersebut kurang mampu mensintesa IAA ekstraselular. Untuk menghasilkan IAA ekstraselular dibutuhkan dua mekanisme yang dilakukan oleh sel yaitu mensintesa IAA dalam sel kemudian IAA tersebut transport keluar sel. Kedua mekanisme tersebut dilakukan secara enzimatik yang itu berarti dikendalikan secara genetik. Menurut Moore (1979). bahwa dalam sintesa IAA ada ada 4 path way yaitu: (1). Dari triptopan kemudian dirubah menjadi asam indolpiruvat oleh enzim triptopan transaminase, kemudian dirubah menjadi indolacetaldehid oleh enzim indolpiruvat dekarboksilase dan kemudian dirubah menjadi asam indol asetat (IAA) oleh enzim indolacetaldehid dehidrogenase, (2) dari triptopan kemudian dirubah menjadi triptamin oleh enzim triptopan dekarboksilase, kemudian dirubah menjadi indolacetaldehid oleh enzim amin oksidase dan kemudian dirubah menjadi asam indol asetat (IAA) oleh enzim indolacetaldehid dehidrogenase (3) dari indoletanol kemudian dirubah menjadi indolacetaldehid oleh enzim indoletanol oksidase, dan kemudian dirubah menjadi asam indol asetat (IAA) oleh enzim indolacetaldehid dehidrogenase dan (4) dari indolacetonitril dirubah langsung menjadi IAA dengan bantuan enzim nitrilase. Sedangkan untuk transport metabolit (IAA) ekstraselular maka dibutuhkan sistem transport membran sel yang terdiri dari *importter* dan *antiporter* dengan *carier* protein (Albert *et al.*, 1994).

Uji Potensi Sebagai Dekomposer Bahan Organik

Rhizobakteri mampu merombak selulosa dan lignin secara baik untuk digunakan sebagai sumber energi. Selulosa merupakan polisakarida yang mempunyai ikatan tipe β (1-4) yang sukar dirombak. Rhizobakteri yang mampu merombak selulosa harus mampu mematahkan ikatan tersebut sehingga menjadi senyawa monomer karbohidrat yang lebih sederhana yang akan lebih mudah dirombak. Monomer karbohidrat tersebut kemudian akan mengalami estafeta metabolisme sel untuk digunakan sebagai sumber energi.

Lignin merupakan polimer *Guaiacylglycerol- β -coniferyl ether* yang sukar dirombak. Menurut (Martin, 1977) bakteri yang merombak lignin harus mampu mematahkan ikatan β dan membuka cincin gugus *Protocatehuic acid* untuk digunakan sebagai sumber karbon (lihat path way dekomposisi lignin). Dengan demikian, rhizobakteri yang mampu merombak lignin sangat berpotensi untuk dekomposer bahan organik karena komponen bahan organik tanah yang lain jauh lebih sederhana dibanding lignin. Selain itu, kondisi alamiah tanah secara rerata relatif lebih kaya unsur hara makro dan mikro dibanding pada media minimal M63 yang digunakan dalam percobaan ini (Buckman and Brdy, 1982). Dengan demikian isolat-isolat tersebut akan lebih mudah beradaptasi di dalam tanah dan sangat berpotensi digunakan sebagai dekomposer bahan organik karena dengan mampu merombak selulosa dan lignin akan lebih mudah merombak senyawa karbohidrat yang lebih sederhana seperti glukosa, fruktosa hemiselulosa dan lain-lain. Menurut Martin (1977) dan Metting (1990), selulosa dan lignin merupakan komponen bahan organik yang sukar dirombak dibanding senyawa karbohidrat yang lain yang lebih sederhana.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut di atas maka dapat disimpulkan bahwa kesepuluh isolat rhizobakteri yang dicoba yaitu: ICDT-1M ICDT-2M ICDT-5M ICDT-13M ICDT-4P ICDT-5P ICDT-6P ICDT-9P ICDT-5N ICDT-7N: (1) mampu memfiksasi N, (2) kurang mampu menghasilkan IAA ekstraselular kecuali ICDT-1-M (3) mampu merombak lignin dan (4) sebagian isolat yaitu ICDT-1-M, ICDT-5-N,

ICDT-7-N dan ICDT-4-P mampu merombak selulosa dan sebagian yang lain kurang mampu merombak selulosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, B. D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Robert, and J. D. Watson. 1994. *Molecular Biology of The Cell*. Garland Publishing, Inc. New York
- Arshad, M., and W.T. Frankenberger, Jr. 1993. *Microbial Production of plant growth regulators* Dalam: F.B. Metting, Jr. (ed)., *Soil Microbiology Ecology Application in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker Inc. New York. p 307-348.
- Basyir, A. Punarto, S., Suyamto dan Supriyatin. 1995. Padi. *Balai Penelitian Tanaman Pangan*, Malang. No. 14.
- Greenberg, APHA *et. al*, 1992. *Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association. Washington DC
- Jutono, Joedoro.S, Sri Hartadi, Siti Kabirun, Suhadi dan Susanto. 1973. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum Untuk Perguruan Tinggi*. Departemen Mirobiologi. Fakultas Pertanian. UGM. Yogyakarta
- Ikhwan, A. 1997. *Kajian rhizobakteri tahan kekeringan dari beberapa jenis tanah: preparasi dan analisis restriksi DNA genom*. *Tropika*. Vol.5. No. 2: 172
- Kloepper, J. W. 1993. *Plant growth-promotting rhizobacteria as biological control agents*. Dalam: F.B. Metting, Jr. (ed)., *Soil Microbiology Ecology Application in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Lalande, R., N. Bissounette, D. Coutlee, and H. Ontaun. 1989. *Identification of rhizobacteria from maize and determination of their plant-*

growth promoting potential. *Plant and Soil* 115:7-11.

Metting, F.B. 1993. *Soil Microbial Ecology*. *Mercel Dekker*, New York.

Meyer, B. S., D. B. Anderson, and R. H. Bohing, 1960, *Introduction to Plant Physiology*. Columbus, Ohio.

Rao, V. R. , P. K. Jena, and T. K. Adya. 1987. Inoculation of rice with nitrogen fixing bacteria problems and perspective. *Biol. Fertil. Soils* 4:21-26

Rathinasabapathi. 1994. Engineering of glycine betaine synthesis. *Rice Biotechnology Quarterly* 19:31.

Rudulier, D.L., A.R. Strom, A.M., Dandekar, L.T., Smith and R.C. Valentine. 1984. Molecular Biology of osmoregulation. *Science* 244:1064-1068

Soedarsono, J. 1997. The potency of drought tolerant rhizobacteria as inoculant for gogo rice. *Indonesian Biotechnology Conference*. Jakarta.

Yuwono, T. A. Ikhwan, M. Shovitri, A.S. Mintarsih and J. Soedarsono. 1997. Genome analysis of drought tolerant rhizobacteria. *Indonesian Journal of Biotechnology*. December:148-153.