

ISBN 978-979-25-6881-3

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL XIII PERSADA 2007

Kamis, 9 Agustus

“Pembangunan Nasional Berbasis IPTEKS
Untuk Kemandirian Bangsa”



FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
Institut Pertanian Bogor
2007

ISBN 978-979-25-6881-3

**SEMINAR NASIONAL XIII
PERSADA TAHUN 2007
Bogor, 9 Agustus 2007**

**“Pembangunan Nasional Berbasis IPTEKS
untuk Kemandirian Bangsa”**

PROSIDING

Editor:

**Dr. Drh. Deni Noviana
Dr. Ir. Suwardi
Drh. M. Fakhru Ulum
Drh. Hamria
Wywy Goulda March, SKH**



**Persada Cabang Bogor dan
Fakultas Kedokteran Hewan
Institut Pertanian Bogor**

RESPON TANAMAN PADI TERHADAP JENIS, DOSIS, DAN FREKUENSI PEMBERIAN KONSORSIUM MIKROBA DAUN BERASAL DARI TUMBUHAN EKOSISTEM AIR HITAM

Gusmaini¹⁾, Dwi Andreas Santosa²⁾, Rahayu Widyastuti²⁾

1) Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

2) Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

The aim of this research were to; 1) test and select leaf microbe consortium from plant of black water ecosystem (LEC) to promote growth and production of rice, and 2) evaluate kind, dosage, frequency of LMC on growth and production of rice. The research was conducted in pot experiment at green house's Indonesian Spices and Medicinal Research Institute, while the laboratory experiment in Microbiology Laboratory Environment Bogor University and Soil and Plant Indonesian Spices and Medicinal Research Institute. Result the research showed that application fourth LMC effected significantly growth and production of rice at 4 month after planting, the contrary dosage and frequency. The best LMC in creasing growth, yield, and N,P, and K uptake of rice was obtained at old leaves of *Titramerista glabra*. Leaf microbe consortium from old leaves of *Titramerista glabra*, young leaves of *Tristania maingayi* produce fitohormon i.e. auxin, giberelin, and cytokinin. However LMC from old leaves of *Nepenthes ampularia* (Mt), and young leaves of *Camposperma auriculatum* could not measured. LMC old leaves of *Titramerista glabra*, young leaves of *Tristania maingayi*, old leaves of *Nepenthes ampularia*, and young leaves of *Camposperma auriculatum* consisted to *Leuconostoc* sp., and *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Caryophanon* sp., and *Leuconostoc* sp., *Bacillus* sp., and *Caryophanon* sp., and *Serratia marcescens*, *Enterobacter aerogenes*, and *E. agglomerans* respectively.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan pupuk kimia secara intensif dalam jumlah besar selain berdampak pada biaya produksi tinggi juga berdampak negatif terhadap lingkungan baik terhadap daya dukung lahan maupun kestabilan iklim (Reijntjes et al., 1992). Daya dukung lahan menurun antara lain terbentuknya hardpan yaitu lapisan keras pada tanah yang dapat berakibat terganggunya pertumbuhan tanaman, dengan adanya lapisan tersebut akar tanaman tidak dapat menjangkau hara lebih jauh ke dalam tanah, sehingga tanaman tidak dapat memanfaatkan hara secara maksimal. Pertumbuhan tanaman akan tertanggu apabila kondisi lingkungan di dalam tanah berubah antara lain terganggunya kehidupan mikroorganisme di dalam tanah, akan berpengaruh terhadap ketersediaan hara. Menurut Domsch, (1984), terjadinya penurunan keragaman dan populasi mikroba tanah yang bermanfaat dalam penyediaan hara di dalam tanah. Dengan demikian dipertukan alternatif lain untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia tersebut yaitu antara lain melalui pendekatan penggunaan mikroorganisme yang bermanfaat mendukung kehidupan tanaman.

Mikroba daun biasanya disebut filosfer ada yang bersifat epifit dan endofit. Ada yang bersifat patogen seperti *Pseudomonas syringae* (Hirano dan Upper, 2000) dan ada pula yang menguntungkan bagi tanaman inang antara lain dapat menambat nitrogen (Boddey et al., 1995; Hirano dan Upper, 2000), meningkatkan pertumbuhan tanaman (Sturz dan Nowak, 2000), menghasilkan fitohormon (Taller dan Wong, 1989; Padua et al., 2001), melawan mikroba patogen

(Kloepper et al., 1999; Sturz dan Nowak, 2000), serta meningkatkan resistensi tanaman pada kondisi tertekan (Azevedo, et al 2000). Keuntungan-keuntungan tersebut akan berpengaruh nyata terhadap keberhasilan produksi tanaman karena setiap jenis tanaman dapat mendukung populasi mikroba, baik keragaman maupun kuantitasnya, melalui residu yang dihasilkan tanaman (Berkeley University, 2000).

Peranan mikroba di dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman yang cukup penting antara lain sebagai penyuplai hara melalui fiksasi dan juga sebagai penghasil fitohormon. Sebagai penambat nitrogen, mikroba daun merupakan salah satu alternatif penggunaan pupuk yang ramah lingkungan, hal ini dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan pupuk kimia terhadap lingkungan. Bakteri penambat N umumnya diperoleh pada tanaman-tanaman di daerah tropik, Ruine, (1961) telah memfokuskan kemungkinan kolonisasi mikroba daun tanaman tropik (Indonesia dan Suriname) seperti bakteri *Beijerinckia* dan bakteri pengikat N yang lain.

Beberapa bakteri penambat N telah dihasilkan dan peranannya cukup besar karena dapat mengurangi setengah dari kebutuhan N melalui aktivitas fiksasi Nnya yaitu lebih dari 150 kg N ha⁻¹ tahun⁻¹ pada tanaman tebu di Brazil (Boddey et al., 1995). Reis et al., (1994) menemukan bakteri penambat N pada tanaman tebu.

Fitohormon sangat berperan di dalam memacu dan mendukung pertumbuhan tanaman. Selain dihasilkan tanaman, fitohormon juga dapat disekresikan oleh mikroba yang hidup di sekitar tanaman. Mikroba yang dapat memproduksi berbagai jenis hormon (Timmusk et al.,

(1999); Vancura, (1988); Padua *et al.*, (2001)). Secara *in vitro* antara lain sitokinin telah dideteksi dari filtrat kultur *A. chroococcum*, *A. beijerinckia*, dan *A. vinelandii* (Taller dan Wong, 1989).

Ekosistem yang berpotensi dalam pengembangan mikroba yang bermanfaat adalah ekosistem air hitam (EAH) yang secara geografis masih dipengaruhi oleh lahan gambut (Santosa, 1998). Beberapa hasil penelitian mendukung hal tersebut antara lain diperoleh bakteri pengoksidasi besi dan sulfur (Nurseha, 2000), bakteri perombak hidrokarbon (Herdiyanto, 2001), dan bakteri penghasil selulosa ekstremofil (Fikrinda *et al.*, 2001).

Hasil eksplorasi dari tanaman yang hidup di daerah EAH diperoleh beberapa konsorsium mikroba daun yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dan aplikasi bakteri pemacu pertumbuhan tersebut pada tanaman jagung menunjukkan bahwa bobot basah dan kering akar, dan daun, serta kandungan hara pada daun meningkat dibandingkan tanpa mikroba (Gofar, 2003). Dengan demikian mikroba daun EAH mempunyai peluang besar untuk dikembangkan, dan diharapkan dapat meminimalkan penggunaan pupuk kimi, sehingga dapat menunjang sistem pertanian ramah lingkungan yang berkelanjutan (*Low External Input Sustainable Agriculture*).

Tujuan Penelitian untuk mengetahui pengaruh jenis, dosis, dan frekuensi pemberian konsorsium mikroba daun terpilih berasal dari tanaman ekosistem air hitam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Lingkungan PPLH Institut Pertanian Bogor, Laboratorium Terpadu dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah isolat mikroba daun yang berasal dari ekosistem air hitam Kalimantan Tengah, yang telah mengalami 3 tahap seleksi pada tanaman jagung, dari hasil seleksi tersebut kemudian dipilih 4 isolat yang terbaik. Bahan kimia yang berhubungan dengan perbanyakan, penghitungan, identifikasi mikroba, dan bahan kimia untuk analisa hara dan tanaman. Tanaman padi yang digunakan varietas unggul nasional IR 64 dan bahan tanah berasal dari tanah Ultisol Cimanggu.

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian antara lain alat-alat laboratorium untuk perbanyakan dan analisis mikroba endofit, dan pot untuk penanaman padi.

2.3. Metode Penelitian

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap, faktorial dengan 5 ulangan. Faktor pertama adalah 4 jenis konsorsium mikroba daun yaitu: 1) *Titramerista glabra* daun tua (Et), 2) *Tristania maingayi* daun muda (Gm), 3) *Nepenthes ampularia* daun tua (Mt), 3) *Camptosperma auriculatum* daun muda (Wm). Faktor kedua adalah dosis konsorsium mikroba yaitu: 1) 10^4 spk ml^{-1} , dan 2) 10^8 spk ml^{-1} . Faktor ketiga adalah frekuensi pemberian konsorsium mikroba daun yaitu 1) satu kali pemberian, dan 2) dua kali pemberian.

Peubah pertumbuhan yang diamati meliputi jumlah daun, tinggi tanaman, jumlah anakan, dan peubah produksi meliputi, jumlah anakan produktif, jumlah malai, bobot 1000 butir gabah, bobot basah dan kering gabah, bobot basah dan kering biomassa, jumlah gabah, persentase gabah berisi, serta serapan hara NPK, analisis fitohormon dan identifikasi mikroba. Pengaruh perlakuan terhadap peubah-peubah yang diamati dilakukan dengan menggunakan analisis ragam, dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman Padi

Jenis KMDEAH yang diinokulasikan berpengaruh nyata meningkatkan pertumbuhan vegetatif (jumlah daun dan anakan), dan generatif (jumlah anakan produktif dan jumlah malai) dibandingkan tanpa mikroba, tetapi semakin tinggi dosis dan frekuensi pemberian konsorsium mikroba daun, serta antar keempat jenis konsorsium mikroba daun tidak berdampak meningkatkan pertumbuhan secara nyata (Tabel 1, dan 2). Tidak terdapat interaksi antara ketiga faktor. Peningkatan jumlah daun terhadap tanpa mikroba berkisar 45,79 – 51,90%, jumlah anakan berkisar 59,21 - 63,82 %. Anakan produktif dan jumlah malai masing berturut-turut meningkat 55,25-63,13%, dan 54,09-63,19%.

Peningkatan pertumbuhan tanaman padi yang diberikan KMDEAH dibandingkan dengan tanpa mikroba karena adanya dari peranan mikroba penyusun konsorsium yang mengekresikan fitohormon. Peranan fitohormon cukup penting di dalam memacu pertumbuhan tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik. Salisbury dan Ross (1992), menduga bahwa fitohormon yang dihasilkan mikroba mempengaruhi hubungan mutualisme dengan tanaman inang.

Hasil penelitian Padua *et al.*, (2001) dengan menggunakan padi transgenik, auksin dapat menyebabkan sel epidermis meregang dan mendorong sel tersebut untuk tumbuh lebih cepat Menurut Werner, (1992) bakteri penambat N yang hidup bebas seperti *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, dan *Pseudomonas* tidak memberikan sumbangan N yang berarti bagi tanaman inangnya tetapi lebih besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan karena memproduksi fitohormon. Penelitian Gofar, (2003) menunjukkan bahwa pemberian konsorsium mikroba daun pemicu tumbuh tanaman asal ekosistem air hitam mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung berumur 1 bulan dan terdapat 3 konsorsium mikroba terpilih mampu mengekskresikan fitohormon.

Hasil identifikasi mikroba penyusun ke empat KMDEAH mengindikasikan bahwa mikroba penyusun tersebut mempunyai peranan penting di dalam memproduksi hormon dan penambat N antara lain *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, dan *Enterobacter sp.*, sehingga bakteri-bakteri ini memacu pertumbuhan menjadi lebih baik, terjadi simbiosis antara tanaman inang dengan bakteri yang diaplikasikan.

Tabel 1. Pertumbuhan vegetatif tanaman padi setelah diinokulasi konsorsium mikroba daun pada umur 4 bulan

Perlakuan	Frekuensi			Peningkatan terhadap tanpa mikroba (%)
	1	2	Rata-rata	
Jumlah daun				
Jenis Mikroba				
Tanpa mikroba	49,60	50,20	49,90 c	-
Et	70,90	80,50	75,70 a	51,70
Gm	74,20	77,50	75,80 a	51,90
Mt	77,50	72,00	74,75 a	49,80
Wm	72,50	73,00	72,75 a	45,79
Rata-rata	68,94 a	70,64 a	-	-
Dosis				
10 ⁴ spkmL ⁻¹	64,10	69,34	66,72 a	-
10 ⁶ spkmL ⁻¹	73,78	71,94	72,86 a	-
Jumlah anakan				
Jenis Mikroba				
Tanpa mikroba	7,40	7,80	7,60 b	-
Et	11,50	13,20	12,35 a	62,50
Gm	11,90	13,00	12,45 a	63,82
Mt	12,70	11,50	12,10 a	59,21
Wm	12,30	12,50	12,40 a	63,16
Rata-rata	11,16 a	11,60 a	-	-
Dosis				
10 ⁴ spkmL ⁻¹	10,20	11,04	10,62 a	-
10 ⁶ spkmL ⁻¹	12,12	12,16	12,14 a	-

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau satu baris tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan.

Dosis dan frekuensi pemberian KMDEAH yang lebih tinggi, tidak secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Setiap tanaman memberikan respon yang berbeda terhadap dosis dan frekuensi pemberian. Permukaan daun merupakan habitat mikroba dapat berasal dari

udara, air atau vektor lain umumnya berbentuk sel individu atau sekelompok kecil sel individu yang bergabung (Beattie dan Lindow, 1999) dan berkembang bersama isolat yang diberikan akibatnya jumlah populasi yang terdapat pada daun menjadi lebih besar, sehingga apabila diaplikasikan KMDEAH lebih tinggi lagi maka responnya tidak terlihat sudah tidak efisien lagi

Adanya mikroba lain di lingkungan permukaan daun dan menempel pada daun baik sejenis maupun tidak sejenis secara kooperatif saling berinteraksi satu sama lain dalam memodifikasi lingkungan (Beattie dan Lindow, 1999), menyebabkan aplikasi dosis 10⁴ spkmL⁻¹ dan satu kali frekuensi pemberian KMDEAH telah mampu memacu dan memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman padi, sehingga bila diberikan dosis dan frekuensi pemberian KMDEAH lebih tinggi tanaman tidak memberikan respon yang nyata. Faktor lain adalah kondisi tanah yang digunakan di dalam percobaan ini mempunyai sifat kimia yang berkandungan hara rendah (Lampiran 1), sehingga tanaman lebih cepat memberikan respon bila diaplikasikan KMDEAH. Menurut Ruine, (1974) bakteri penambat N yang hidup bebas terdapat pada jumlah yang besar pada tanaman yang ditanam di daerah tropik (Indonesia dan Suriname) dengan demikian terdapat sumbangan bahan-bahan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dari bakteri lain, selain KMDEAH.

Penggunaan KMDEAH secara nyata dapat meningkatkan bobot biomas tanaman baik bagian atas maupun akar tanaman (Tabel 3). Pemberian KDEAH asal tumbuhan Et menghasilkan bobot biomasa tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan konsorsium Gm, Mt, dan Wm. Hasil analisis fitohormon auksin (IAA), sitokinin (kinetin), dan giberelin (GA₃) dari keempat jenis KMDEAH, hanya 2 jenis KMDEAH yang terukur yaitu asal Et dan Gm (Tabel 4).

Fitohormon penyusun konsorsium mikroba daun asal Et adalah 0,31 mgL⁻¹ IAA, 0,23 mgL⁻¹ giberelin, dan 0,19 mgL⁻¹ sitokinin. Fitohormon penyusun konsorsium mikroba daun asal Gm adalah 0,22 mgL⁻¹ IAA, 0,49 mgL⁻¹ giberelin, dan 0,09 mgL⁻¹ sitokinin. Penelitian Gofar (2003), menunjukkan fitohormon yang dihasilkan oleh penyusun KMDEAH Et lebih tinggi (hormon IAA 1,01, giberelin 0,31, dan sitokin 0,9 mgL⁻¹), sedangkan fitohormon yang dihasilkan oleh Mt dan Wm tidak terukur. Perbedaan konsentrasi hormon yang dihasilkan KMDEAH disebabkan karena jumlah konsentrasi fitohormon yang diekskresikan tidak ditentukan oleh jumlah sel bakteri melainkan ditentukan oleh kematangan fisiologis sel (Gunarto, 1995).

Tabel 2. Pertumbuhan generatif tanaman padi setelah diinokulasi konsorsium mikroba daun pada umur 4 bulan

Perlakuan	Frekuensi			Peningkatan terhadap tanpa mikroba (%)
	1	2	Rata-rata	
Jumlah anakan produktif				
Jenis Mikroba				
Tanpa mikroba	6,85	7,30	7,08 c	-
Et	10,80	12,30	11,55 a	63,13
Gm	9,60	12,10	10,85 ab	53,25
Mt	10,50	11,50	11,00 ab	55,37
Wm	11,00	11,30	11,15 a	57,49
Rata-rata	9,75 a	10,90 a	-	-
Dosis				
10 ⁴ spkmL ⁻¹	9,54	10,74	10,14 a	
10 ⁶ spkmL ⁻¹	9,96	11,08	10,52 a	
Jumlah malai				
Jenis Mikroba				
Tanpa mikroba	89,85	93,55	91,70 c	-
Et	132,90	153,60	143,25 ab	56,22
Gm	144,90	154,40	149,65 a	63,19
Mt	145,00	142,30	143,65 ab	56,65
Wm	142,20	140,40	141,30 ab	54,09
Rata-rata	130,85 a	136,85 a	-	-
Dosis				
10 ⁴ spkmL ⁻¹	125,94	132,70	129,30 a	
10 ⁶ spkmL ⁻¹	136,00	141,00	138,50 a	

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau satu baris tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan.

Perbedaan jumlah fitohormon penyusun mikroba daun dapat menyebabkan perbedaan di dalam memacu pertumbuhan tanaman. Fitohormon yang dihasilkan oleh Et lebih tinggi dibandingkan konsorsium mikroba lain terutama auksin dan sitokinin, hal ini berdampak pada biomasa yang dihasilkan juga lebih tinggi.

Akibat pemberian konsorsium mikroba daun asal Et maka bobot kering akar yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan bobot kering bagian atas tanaman. Hal ini berkaitan dengan fitohormon yang diekskresikan oleh mikroba penyusun Et, hasil analisis diperoleh hormon

auksin lebih tinggi dibandingkan sitokinin sehingga pertumbuhan akar lebih terpacu daripada pertumbuhan bagian atas tanaman. Menurut Aitken dan Guy, (2001); Ames dan Johnson, (2003), jenis dan jumlah fitohormon mempengaruhi pembentukan biomas tanaman, apabila jumlah auksin lebih besar dari sitokinin maka akan memacu pembentukan akar, apabila auksin lebih kecil dari sitokinin maka pembentukan bagian atas tanaman lebih terpacu, dan bila jumlah auksin dan sitokinin seimbang maka tidak terjadi diferensiasi pada jaringan kalus.

Tabel 3. Biomas tanaman padi setelah diinokulasi konsorsium mikroba daun pada umur 4 bulan

Perlakuan	Frekuensi			Frekuensi		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
Bobot segar bagian atas tanaman (g)						
Jenis Mikroba						
Tanpa mikroba	60,15	62,98	61,57 c	22,62	22,59	22,61 c
Et	81,12	101,97	91,55 a	32,13	39,53	35,83 a
Gm	91,13	85,32	88,23 ab	31,68	31,49	31,59 ab
Mt	83,38	93,74	88,56 ab	30,47	34,16	32,32 ab
Wm	86,02	88,10	87,06 ab	33,44	33,17	33,31 ab
Rata-rata	80,35 a	86,42 a	-	30,07 a	32,19 a	-
Dosis						
10 ⁴ spkmL ⁻¹	76,03	85,28	80,66 a	28,60	31,65	30,13 a
10 ⁶ spkmL ⁻¹	84,68	87,56	86,12 a	31,53	32,72	32,13 a
Bobot segar akar tanaman (g)						
Jenis Mikroba						
Tanpa mikroba	41,82	44,08	42,95 c	15,34	17,93	16,64 c
Et	75,29	83,35	79,32 a	26,32	51,18	38,75 a
Gm	59,63	66,83	63,23 ab	24,67	25,22	24,95 ab
Mt	77,04	68,34	72,69 a	33,39	30,87	32,13 a
Wm	73,35	52,95	63,15 ab	32,95	25,38	29,17 ab
Rata-rata	65,43 a	63,11 a	-	26,54 a	30,11a	-
Dosis						
10 ⁴ spkmL ⁻¹	59,11	58,43	58,77 a	24,30	29,93	27,12 a
10 ⁶ spkmL ⁻¹	71,74	67,79	69,77 a	28,77	30,29	29,53 a

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau satu baris tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan.

Seperti halnya penelitian Gofar, (2003), mikroba penyusun konsorsium Et setelah diidentifikasi terdapat 2 macam bakteri yaitu dari genus *Leuconostoc* sp. dan *Pseudomonas* sp. *Leuconostoc* sp. dan *Pseudomonas* sp. bekerja saling sinergis memacu pertumbuhan tanaman padi, karena bakteri *Leuconostoc* sp. bersifat nonpatogen bagi tanaman (Holt *et al.*, 1994), sehingga tidak merugikan tanaman.

Tabel 4. Fitohormon auksin, giberelin dan sitokinin yang terkandung di dalam konsorsium mikroba daun asal ekosistem air hitam (Et, Gm, Mt, dan Wm)

Jenis Mikroba	Auksin (IAA)	Giberelin (GA3)	Sitokinin
			(Kinetin)
			mgL ⁻¹
Et (<i>Tetramerista glabra</i>)	0,31	0,23	0,19
Gm (<i>Tristania maingayi</i>)	0,22	0,49	0,09
Mt (<i>Nephentes ampularia</i>)	tu	tu	tu
Wm (<i>Camptosperma auriculatum</i>)	tu	tu	tu

tu = tidak terukur

Bakteri *Pseudomonas* sebagian bersifat nonpatogen, sebagian lagi bersifat patogen baik pada manusia, hewan, dan tumbuhan (Hoti *et al.*, 1994). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Pseudomonas* bermanfaat bagi tanaman baik sebagai pemacu pertumbuhan maupun sebagai penambat hara. Menurut Gamalero *et al.*, (2003), *Pseudomonas* dapat menghasilkan fitohormon IAA, dan penambat N₂ dari udara.

Produksi Tanaman Padi

Pemberian KMDEAH berpengaruh nyata dan mampu meningkatkan produksi tanaman padi meliputi bobot segar dan kering gabah, jumlah seluruh gabah, jumlah gabah berisi, dan persentase gabah berisi (Tabel 6).

Tabel 5. Produksi gabah tanaman padi setelah diinokulasi konsorsium mikroba daun

Perlakuan	Frekuensi		Rata-rata	Peningkatan terhadap tanpa mikroba (%)
	1	2		
Bobot segar gabah				
Jenis Mikroba				
Tanpa mikroba	24,07	24,69	24,38 c	-
Et	35,43	41,19	38,31 a	57,14
Gm	36,69	37,93	37,31 a	53,04
Mt	37,34	36,18	36,76 a	50,78
Wm	34,48	34,63	34,56 ab	41,76
Rata-rata	33,60 a	34,92 a	-	-
Dosis				
10 ⁴ spkmL ⁻¹	32,90	3333	33,32 a	-
10 ⁸ spkmL ⁻¹	34,30	3811	35,21 a	-
Bobot kering gabah				
Jenis Mikroba				
Tanpa mikroba	17,27	17,96	17,62 c	-
Et	25,23	32,65	28,94 a	64,25
Gm	27,51	25,74	26,63 ab	51,14
Mt	28,94	27,12	28,03 a	59,08
Wm	27,38	27,78	27,58 a	56,53
Rata-rata	25,27 a	26,25 a	-	-
Dosis				
10 ⁴ spkmL ⁻¹	24,33	24,22	24,28 a	-
10 ⁸ spkmL ⁻¹	26,20	28,28	27,24 a	-

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau satu baris tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan.

Dosis dan frekuensi pemberian KMDEAH secara nyata mempengaruhi total jumlah gabah dan jumlah gabah berisi (Tabel 6). Untuk membantu memacu proses pembentukan dan pengisian gabah, tanaman padi membutuhkan hormon dan unsur hara yang lebih tinggi. Adanya hormon dalam jumlah lebih banyak akan memacu

tanaman membentuk akar lebih banyak sehingga hara yang diserap oleh akar semakin besar, selain itu tanaman juga memperoleh hara dari mikroba penyusun konsorsium yang dapat memfiksasi hara. Hal tersebut dimanfaatkan tanaman dalam proses pembentukan dan pengisian gabah.

Tabel 6. Jumlah gabah seluruhnya dan gabah berisi setelah dinokulasi konsorsium mikroba daun

Perlakuan	Frekuensi			Frekuensi		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
	Jumlah gabah seluruhnya			Jumlah gabah berisi		
Jenis Mikroba						
Tanpa mikroba	877,55	944,65	911,10 c	628,70	631,10	629,90 c
Et	1415,90	1699,40	1557,65 a	105,18	1242,70	1146,85 a
Gm	1360,90	1628,00	1494,45 ab	867,50	1179,00	1023,25 ab
Mt	1264,20	1750,60	1507,40 a	986,90	1276,50	1131,70 a
Wm	1224,90	1379,80	1302,35 ab	884,30	975,00	940,90 ab
Rata-rata	1228,69 b	1379,80 a	-	883,84 b	1065,36 a	-
Dosis						
104 spkmL ⁻¹	1174,62	1429,76	1302,19 b	812,44	1043,88	928,16 b
108 spkmL ⁻¹	1282,76	1531,12	1406,94 a	955,24	1086,84	1021,04 a
	% gabah berisi			Bobot 1000 butir (g)		
Jenis Mikroba						
Tanpa mikroba	68,23	69,81	69,02 c	22,07	23,81	22,94
Et	74,54	73,12	73,83 a	23,69	23,22	23,46
Gm	63,75	73,67	67,81 c	26,27	23,94	25,11
Mt	75,99	71,32	73,66 a	24,26	24,02	24,14
Wm	70,09	72,37	71,23 ab	26,43	22,40	24,42
Rata-rata	70,52 a	72,06 a	-	-	-	-

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau satu baris tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan.

Kandungan dan Serapan Hara Tanaman Padi

Kandungan dan serapan hara N, P, dan K tanaman padi pada saat panen (umur 4 bulan) yang telah diberi KMDEAH berbeda-beda. Kandungan N tanaman padi berkisar 0,645 - 0,740%, dan serapan hara N berkisar 168,6 - 264,8 mg/tanaman. Kandungan P tanaman padi berkisar 0,094 - 0,105%, dan serapan hara P berkisar 22,4 - 36,9 mg/tanaman. Kandungan K tanaman padi berkisar 1,5525 - 1,920 mg/tanaman. Pemberian KMDEAH tidak semuanya dapat meningkatkan kandungan hara di dalam tanaman, namun serapan hara semua tanaman meningkat apabila diberi KMDEAH (Tabel 7). Hal ini berhubungan dengan bobot kering bagian atas yang dihasilkan tanaman, meskipun kandungan hara rendah apabila bobot kering bagian atas tanaman tinggi maka serapan hara tinggi.

Peningkatan kandungan hara pada tanaman padi tidak lepas dari peranan mikroba penyusun konsorsium. Konsorsium Et disusun oleh mikroba *Pseudomonas* sp., dan konsorsium Wm yang disusun oleh mikroba *Enterobacter* sp., yang dapat berperan sebagai penambat N maka kandungan N di dalam jaringan tanaman meningkat. Selain itu juga fitohormon yang terkandung di dalam mikroba penyusun KMDEAH merangsang pembentukan akar sehingga serapan hara oleh akar lebih efektif (Hubbel dan Kidder, 2001).

Tabel 7. Pengaruh inokulasi KMDEAH terhadap kandungan dan serapan hara tanaman padi

Jenis KMDEAH	Frekuensi			Frekuensi		
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata
	Kandungan hara N (%)			Serapan hara N (mg/tan)		
K	0,75	0,74	0,645	167,4	167,40	168,60
Et	0,72	0,76	0,740	297,9	297,90	264,80
Gm	0,65	0,64	0,645	200,3	200,30	202,70
Mt	0,64	0,70	0,670	237,9	237,90	216,90
Wm	0,72	0,71	0,715	236,5	236,50	236,70
	Kandungan hara P (%)			Serapan hara P (mg/tan)		
K	0,094	0,094	0,0940	22,35	22,40	22,40
Et	0,102	0,105	0,1035	32,65	41,20	36,90
Gm	0,104	0,095	0,0978	32,90	29,05	31,00
Mt	0,081	0,082	0,0815	25,00	28,10	26,55
Wm	0,099	0,097	0,0980	33,65	32,50	33,10
	Kandungan hara K			Serapan hara K (mg/tan)		
K	1,595	1,585	1,5900	394,10	393,65	343,90
Et	1,605	1,920	1,7625	517,30	747,60	617,95
Gm	1,500	1,685	1,5925	475,15	528,60	501,85
Mt	1,805	1,815	1,8100	498,10	534,60	504,80
Wm	1,615	1,490	1,5525	607,55	511,40	571,10

Identifikasi Konsorsium Mikroba Daun

Keempat KMDEAH yang teridentifikasi yaitu pada tumbuhan *Titramerista glabra* terdapat 4 jenis bakteri yaitu *Leconostoc* sp., dan genus *Pseudomonas* (*P. putida*, *P. fluorescens*, dan *P. diminuta*). Tumbuhan *Tristania maingayi* terdapat 3 jenis bakteri yaitu *Bacillus* sp., *Caryophanon* sp., dan *Leconostoc* sp. Tumbuhan *Nepenthes ampularia* terdapat 2 jenis bakteri adalah *Bacillus* sp., dan *Caryophanon* sp. Tumbuhan *Campnosperma auriculatum* terdapat 3 jenis bakteri yaitu *Serratia marcescens*, *Enterobacter aerogenes*, dan *E. agglomerans*.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian konsorsium mikroba daun asal ekosistem air hitam pada tanaman padi dapat disimpulkan:

- Jenis konsorsium mikroba daun berpengaruh nyata di dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi, tetapi dosis dan frekuensi pemberian isolat

konsorsium mikroba tidak menunjukkan perbedaan nyata. Dosis dan frekuensi pemberian konsorsium mikroba berpengaruh nyata hanya pada jumlah gabah seluruhnya dan jumlah gabah berisi.

- Fitohormon asal konsorsium *Tristania maingayi* dan *Tetramerista glabra* yang dapat terukur.
- Hasil identifikasi dari keempat konsorsium ekosistem air hitam diperoleh mikroba yang berasal dari tumbuhan *Tristania maingayi* (3 jenis bakteri yaitu *Bacillus* sp., *Caryophanon* sp, dan *Leuconostoc* sp.), dan *Nepenthes ampularia* (2 jenis bakteri adalah *Bacillus* sp., dan *Caryophanon* sp.), *Camptosperma auriculatum* (3 jenis bakteri yaitu *Serratia marcescens*, *Enterobacter aerogenes*, dan *E. agglomerans*), *Tetramerista glabra* (2 jenis bakteri yaitu *Leuconostoc* sp., dan *Pseudomonas* sp.).

DAFTAR PUSTAKA

- Aitken, S., and R. Guy. 2001. Plant hormones. Forest Biology Course Site Forestry 200. Available at: <http://www.mpg.de/news01/news0103.htm>.
- Ames, M., and W.S. Johnson. 2003. A review of factors affecting plant growth. Univ. of Nevada, Reno. Available at: <http://www.agrosom.com/content/articles/factors.plant.html>.
- Azevedo, J.L., W. Maccheroni Jr., and J.O. Pereira. 2000. Endophytic microorganisms: A review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic J. of Biotech.* 3(1):1-4. Available at: <http://www.ejb.org/content/vol3/issue/full/4>
- Berkeley University. 2000. 7th International Symposium on the Microbiology of Area Plant Surfaces, Berkeley, California, USA.
- Beattie, G.A., and S.E. Lindow. 1999. Bacterial colonization of leaves: A spectrum of strategies. *Phytopathology.* 89:353-359.
- Boddey, R.M., D.C. de Oliveira, S. Uguiaga, V.M. Reis, F.L. de Olivares, V.L.D. Baldani, and J. Dobreiner. 1995. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice. Contribution and prospect for improvement. *Plant and Soil.* 174:195-209.
- Domsch, K.H. 1984. Effect of pesticide and heavy metal on biological process in plant and soil. *Plant Soil.* 76:25-29.
- Fikrinda, I. Anas, T. Purwadaria, dan D.A. Santosa. 2001. Identifikasi ekstemozim selulase isolate bakteri dari ekosistem air hitam. *Hayati.* 8(1):5-10.
- Gamalero, E., L. Fracchia, M. Cavaletto, J. Garbaye, P. Frey-Kiet, G.C. Varese, and M.G. Martinotti. 2003. Characterization of functional traits of two fluorescent *Pseudomonas* isolated from basidiomes of ectomycorrhizal fungi. *Soil Biol. & Biochem.* 35(1):55-65.
- Gofar, N. 2003. Eksplorasi konsorsium mikroba daun asal tumbuh tanaman dari ekosistem air hitam Kalimantan tengah dan aplikasinya sebagai pemacu pertumbuhan tanaman jagung pada ultisols. Disertasi Doktor Universitas Padjadjaran Bandung.
- Gunarto, L. 1995. Azospirillum inoculation study lowland rice. Final Report JIRCAS Visiting Scientists. 1994-1995.
- Herdiyantoro, D. 2001. Pengaruh inokulasi kultur campuran bakteri perombak hidrokarbon dari ekosistem air hitam Kalimantan Tengah dan pemberian pupuk inorganic nitrogen dan fosfor dalam biodegradasi minyak bumi. Skripsi, IPB. Bogor.
- Hirano, Susan S., and Christen D. Upper. 2000. Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on *Pseudomonas syringae*-a pathogen, ice nucleus, and epiphyte. *Microbiol. and Mol. Biol. Review.* 64(3):624-653. Available at: <http://mmbr.asm.org/cgi/content/full/64/3/624>
- Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, and S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.* 9th Ed. Williams & Walkins, Co. Baltimore.
- Hubbell, D.H., and G. Kidder. 2001. Biological Nitrogen Fixation. Univ. of Florida. Available at: <http://www.edis.ifas.ufl.edu/BODYSS180>.
- Kloepper, J. W., R. R. Ubana, G. W. Zehnder, J.f. Murphy, E. Sikora, and C. Fernandez. 1999. Plant root-bacterial interaction in biological control of soil borne disease and potential extension to systemic and foliar disease. *Aust. Plant Pathol.* 28:21-26.
- Nurseha. 2000. Isolasi dan uji aktivasi bakteri asidofilik pengoksidasi besi dan sulfur dari ekosistem air hitam Kalimantan Tengah. Tesis IPB, Bogor.
- Padua, V.L.M., H.P. Masuda, H.M. Alves, K.D. Schwarcz, V.L.D. Baldani, P.C.G. Ferreira, and A.S. Hemeryly. 2001. Effect of endophytic bacterial indole-acetic acid (IAA) on rice development. *Dept. Bioquimica Medica, Rio de Janeiro.*
- Reijntjes, C., B. Haverkort, and A. Water-Bayer. 1992. Farming for the future, an Introduction To Low External Input And Sustainable Agriculture. The Macmillan Press, London.
- Ruine, J. 1961. The phyllosphere I. An ecologically neglected milieu. *In* Sundin, G.W., and J.L. Jacobs. 1999. Ultraviolet radiation (UVR) sensitivity analysis and uVR survival strategies of a bacterial community from the phyllosphere of field-grown peanut (*Arachis hypogea* L.). *Microb. Ecol.* 38:27-38. Available at: <http://mmbr.asm.org/cgi/content/full/64/3/624>
- Ruine, J. 1974. Nitrogen fixation in the phyllosphere. *In* Sundin, G.W., and J.L. Jacobs. 1999. Ultraviolet radiation (UVR) sensitivity analysis and uVR survival strategies of a bacterial community from the phyllosphere of field-grown peanut (*Arachis hypogea* L.). *Microb. Ecol.* 38:27-38. Available at: <http://mmbr.asm.org/cgi/content/full/64/3/624>
- Salisbury, F.B., and C.W. Ross. 1985. *Assimilation of Nitrogen and Sulphur.* Plant Physiology. 2nd Edition. Wadsworth Publ. Co., Inc. Belmont:192-204.
- Santosa, D.A. 1998 dan 2000. Ekosistem air hitam: Biodiversitas makro dan mikro, isolasi DNA in situ, dan cloning shotgun gen penyandi ekstroenzim. Laporan RUT V, DRN, Jakarta.
- Sturz, A. V., and J. Nowak. 2000. Endophytic communities of rhizobacteria and strategies required to create yield-enhancing associations with crops. *Appl. Soil Ecol.* 15:183-190.
- Taller, B.J., and T.Y. Wong. 1989. Cytocinins in *Azotobacter vinelandii* in culture medium. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:266-267.
- Timmusk, S., B. Nicander, U. Granhal, and E. Tillberg. 1999. Cytocinin production by *Paenibacillus polymyxa*. *Soil Biol. Biochem.* 31:1847-1852.
- Vancura, V. 1988. Microorganisms, their mutual relation and function in the rhizosphere. p. 191-280. *In* Vancura, V., and F. Kunc (Ed.). Soil microbial association: Control of structures and functions. Elsevier, zamsterdam.
- Werner, D. 1992. Symbiosis of Plant and Microbes. Chapman & Hall, London.