

Produksi Biofertilizer untuk Efisiensi Penggunaan Pupuk dalam Budi Daya Tanaman yang Aman Lingkungan

D.H. Goenadi¹, R. Saraswati², Y. Away¹, dan Herman³

¹Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Bogor

²Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

³Sekretariat Dewan Pembina AP2I, Bogor

ABSTRAK

Usaha peningkatan efisiensi pemupukan pada lahan berkesesuaian marginal dapat ditempuh melalui aplikasi pupuk hayati untuk mengatasi kendala rendahnya daya dukung tanah. Hasil penelitian sebelumnya (1994-1996) satu prototipe produk pupuk hayati yang mengandung bakteri penambat N bukan pensimbiosis, mikroba pelarut fosfat, dan mikroba pemantap agregat yang mampu menghemat penggunaan pupuk konvensional hingga 50%. Namun, untuk perbesaran skala produksi beberapa kendala diperkirakan masih akan dihadapi. Penelitian kemitraan dengan PTP Nusantara yang direncanakan berlangsung dua tahun ini ditujukan untuk perbesaran skala produksi pada tingkat pilot atau semi komersial. Produk yang dihasilkan bernama *Emas* (*Enhancing Microbial Activities in the Soil*) dengan nomor paten S-960085. Kegiatannya meliputi: (a) rancangan-bangun laboratorium produksi, (b) produksi biofertilizer, (c) percobaan rumah kaca, dan (d) uji multi lokasi. Laboratorium produksi telah disiapkan dengan kapasitas produksi 250 kg/hari-5 jam dari kapasitas terpasang 500 kg/hari. Hingga Januari 1997 telah dihasilkan 2.000 kg *Emas* dari 6.000 kg yang akan diuji di PTP Nusantara I, III, IV, VII, VIII, dan XIV pada komoditas kelapa sawit, karet, kakao, teh, dan tebu. Percobaan rumah kaca dilaksanakan untuk menguji kombinasi dosis optimum pada bibit tanaman perkebunan, hutan tanaman industri, dan hortikultura.

Kata kunci: Pupuk hayati, mikroba, efisiensi pupuk, aman lingkungan.

ABSTRACT

Effort to increase fertilizer efficiency on marginally suitable land might be achieved partly by application of biofertilizer to overcome constraints of the low carrying capacity of the soils. Previous activities (1994-1996) resulted in biofertilizer prototype consisting of non-symbiotic N-fixing bacteria, phosphate-solubilizing microbes, and aggregate-stabilizing microbes capable of reducing conventional fertilizer requirement up to 50% from standard rates. However, at up-scale phase many obstacle were faced, i.e. efficient products forms, pilot-scale production process, and quality consistency at field level. Mutual collaborative research with PTP Nusantara has been scheduled for two years with the objective of production at pilot level or semi commercial. The product is called *Emas* (*Enhancing Microbial Activities in the Soil*) and has been registered for patent with registered No. 960085. The activities involved (a) preparation of production laboratory, (b) biofertilizer production, (c) greenhouse experiments, and (d) wide-scale field trials. A pilot-scale production laboratory has been set up with production capacity of 250 kg/day-5 hours which can be doubled potentially. Up to January 1997, about 2,000 kg *Emas* (30% of 1996 targetted volumes) has been produced and will be distributed to PTP

Nusantara I, III, IV, VII, VIII, and XIV for field trials on oil palm, rubber, cocoa, tea, and sugarcane. Greenhouse experiments were being conducted to determine optimum rates of biofertilizer in combination with reduced rates of conventional fertilizer for estate crops, industrial forest, and horticultural seedlings.

Key words: Biofertilizer, microbes, fertilizer efficiency, environmentally safe.

PENDAHULUAN

Biofertilizer atau pupuk hayati yang diformulasikan dengan bahan aktif mikroba berperan penting dalam proses pelarutan hara dalam tanah dan dianggap dapat mengatasi masalah rendahnya daya dukung tanah akibat rendahnya aktivitas mikroba (Dunnigan, 1979). Mikroba yang dimaksud adalah yang mampu menambat N dari udara tanpa harus bersimbiosis dengan tanaman, melarutkan fosfat dari senyawa P sukar larut atau yang terikat, dan membentuk agregat yang mantap (Lynch dan Braggs, 1985; Goenadi *et al.*, 1993). Bagaimanapun juga, produksi biofertilizer masih menghadapi kendala, khususnya yang berkaitan dengan strain mikroba yang sesuai dengan kondisi tanah dan jenis bahan pembawa.

Apabila masalah tersebut dapat diatasi, maka dengan menggunakan estimasi kebutuhan pupuk tahun 2000 kalangan pengguna khususnya perkebunan akan mampu melakukan penghematan senilai Rp 308 miliar/tahun dan volume dosis pupuk kimia sintesis berkurang 50%. Penurunan dosis ini di pihak lain dapat memberi peluang untuk meningkatkan volume ekspor pupuk (Goenadi *et al.*, 1997).

Teknologi produksi pada tingkat laboratorium berbeda dengan skala pilot. Selain aspek ekonomi, perbesaran skala ini akan mengakibatkan beberapa faktor penentu mutu relatif kurang atau tidak sepenuhnya terkendali. Untuk memperoleh tingkat mutu yang mendekati hasil laboratorium, beberapa penyesuaian perlu dilakukan. Kegiatan pada tahun I (1996/97) ini dipusatkan pada pemantapan proses produksi dan ditargetkan produksi sebanyak 6.000 kg dapat dihasilkan sampai bulan Februari 1997.

BAHAN DAN METODE

Perakitan Formula Biofertilizer

Bahan aktif formula diisolasi dari tanah-tanah areal pertanaman kakao di Jawa Barat (Rajamandala dan Cisaga), D.I. Yogyakarta (Gunung Kidul), dan Sulawesi Selatan (Jeneponto). Mikroba hasil isolasi kemudian diuji dan dievaluasi kemampuannya di laboratorium. Dari dua ratus lima puluh satu isolat yang diperoleh akhirnya dipilih enam yang terbaik, yaitu *Azospirillum lipoverum* (bakteri penambat N), *Azotobacter beijerinckii* (bakteri penambat N dan pemantap agregat), *Aeromonas punctata* (bakteri pemantap agregat), *Streptomyces* sp. (bakteri pelarut fosfat), *Aspergillus niger* (fungi pelarut fosfat), dan *Penicillium* sp. (fungi pemantap agregat). Mikroba tersebut selanjutnya diuji patogenisitasnya terhadap tanaman kakao. Setelah

terbukti tidak bersifat patogen, keenam mikroba ini selanjutnya dikemas dalam satu formula bahan pembawa campuran mineral dan bahan organik yang mendukung daya simpan produk cukup lama (12 bulan).

Pengujian Rumah Kaca

Percobaan rumah kaca dilakukan untuk menetapkan kombinasi optimum dosis pemupukan bibit kakao lindak dengan pemberian biofertilizer yang dihasilkan pada dua jenis tanah Ultisol Rajamandala dan Ultisol Cisaga selama tiga bulan. Tiga tingkat dosis pupuk konvensional (urea, SP36, dan MOP) dikombinasikan dengan pemberian 0; 2,3; dan 4,6 g serta 0; 2,4; dan 4,8 g biofertilizer/pot untuk masing-masing jenis tanah. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan bibit (berat kering), serapan hara (NPK), dan kesehatan bibit (kadar khlorofil dan indeks pembelahan akar).

Percobaan Lapangan

Percobaan ini dilaksanakan mulai bulan November 1995 hingga Maret 1997 guna menetapkan kesesuaian formula biofertilizer terpilih hasil percobaan rumah kaca dalam kaitannya dengan efisiensinya untuk mengurangi dosis pupuk konvensional pada tanaman kakao produktif. Percobaan dilakukan di Afdeling Rama II, Blok 51/52 (tahun tanam 1986/87), Kebun Rajamandala, Kabupaten Bandung, dan Afdeling Batugajah, Blok Cipicung (tahun tanam 1979/80), Kebun Cisaga/Batulawang, Ciamis. Perlakuan yang diuji meliputi lima taraf dosis pupuk biofertilizer, yaitu 0; 79,5; 159; 238,5; dan 318 g biofertilizer/pohon/tahun. Perlakuan tersebut dikombinasikan dengan lima taraf pupuk konvensional, yaitu 0, 25, 50, 75, dan 100% dari dosis anjuran sebesar 210 g urea, 210 g SP36, 180 g MOP, dan 80 g kieserit per pohon per tahun. Frekuensi aplikasi pupuk dan pemeliharaan tanaman mengikuti standar kebun, sedang pemupukan dilakukan dengan cara dibenam. Peubah yang diamati adalah produksi biji kering kumulatif dari 10 pohon contoh dalam populasi petak perlakuan yang terdiri dari 50 pohon.

Perakitan Produk Komersial

Sebagai bagian akhir dari pengembangan produk biofertilizer, formula powder yang dihasilkan sebelumnya disempurnakan dalam bentuk granul. Sistem produksi dan produk biofertilizer NPK+PA yang diberi nama Emas (*Enhancing Microbial Activities in the Soils*) telah didaftarkan di Direktorat Jenderal Hak Cipta, Merek, dan Paten dengan No. Pendaftaran S-960085. Kegiatan ini selanjutnya dibiayai oleh pemerintah yang bermitra dengan PTP Nusantara I, III, IV, VII, VIII, dan XIV dalam program Riset Unggulan Kemitraan II 1996-1998. Pada tahun 1996/97 akan dihasilkan 6 ton Emas yang akan diuji di masing-masing PTP Nusantara dengan komoditas kelapa sawit, karet, kakao, teh, dan/atau tebu. Selain itu, pengujian juga sedang dilaksanakan untuk tanaman kedelai dan tanaman HTI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Rumah Kaca

Data pertumbuhan bibit kakao menunjukkan bahwa interaksi antara dosis pupuk biofertilizer dan pupuk konvensional nyata. Adanya interaksi yang nyata ini memberikan gambaran bahwa formula biofertilizer yang dikonstruksi memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk konvensional pada bibit kakao lindak. Hasil selanjutnya memberikan petunjuk bahwa penggunaan biofertilizer mampu menurunkan dosis pupuk konvensional hingga 50% (Tabel 1). Aplikasi biofertilizer juga terbukti merangsang pertumbuhan akar bibit dan serapan hara NPK, serta meningkatkan kadar khlorofil-A daun. Selain itu, kombinasi perlakuan yang diuji juga meningkatkan kemantapan agregat tanah (Goenadi *et al.*, 1995). Mekanisme tentang peranan biofertilizer tersebut dalam proses peningkatan kadar hara dan kemantapan agregat tanah dapat dimodelkan seperti dalam Gambar 1. Adanya aerasi dalam pori kapiler tanah akan memungkinkan aktifnya mikroba penambat N bukan pensimbiosis untuk menghasilkan enzim urea reduktase. Demikian pula halnya dengan mikroba pelarut P dan/atau K menjadi aktif memproduksi enzim fosfatase dengan adanya senyawa P dan/atau K sukar larut. Saat ini pengujian dosis di rumah kaca sedang berlangsung di Bogor dengan bibit kelapa sawit, *Gmelina*, dan cabai (Gambar 2).

Hasil Pengujian Lapangan

Hasil pengamatan produksi tanaman selama 12 bulan aplikasi dengan biofertilizer di kedua kebun pada dasarnya menunjukkan nilai yang tidak berbeda dengan perlakuan pemupukan standar. Bahkan pada beberapa perlakuan kombinasi 25% dosis pupuk konvensional + 213 g *Emas*, 50% dosis pupuk konvensional + 289 g *Emas*, dan pemberian 284 g *Emas* tanpa pupuk konvensional menghasilkan tingkat produksi per hektar yang lebih tinggi dari perlakuan pemupukan standar pada Kebun Rajamandala. Fenomena yang hampir sama juga ditemukan di Kebun Cisaga dengan tingkat produksi yang lebih tinggi. Mutu biji yang dihasilkan dari perlakuan tersebut juga tidak berbeda dengan yang dihasilkan oleh perlakuan pemupukan standar (Goenadi *et al.*, 1997). Hasil pengujian formula granul pada bibit kakao umur empat bulan menunjukkan nilai efisiensi yang diukur atas dasar keefektifan agronomis nisbi (RAE) sebesar 196% (Tabel 1).

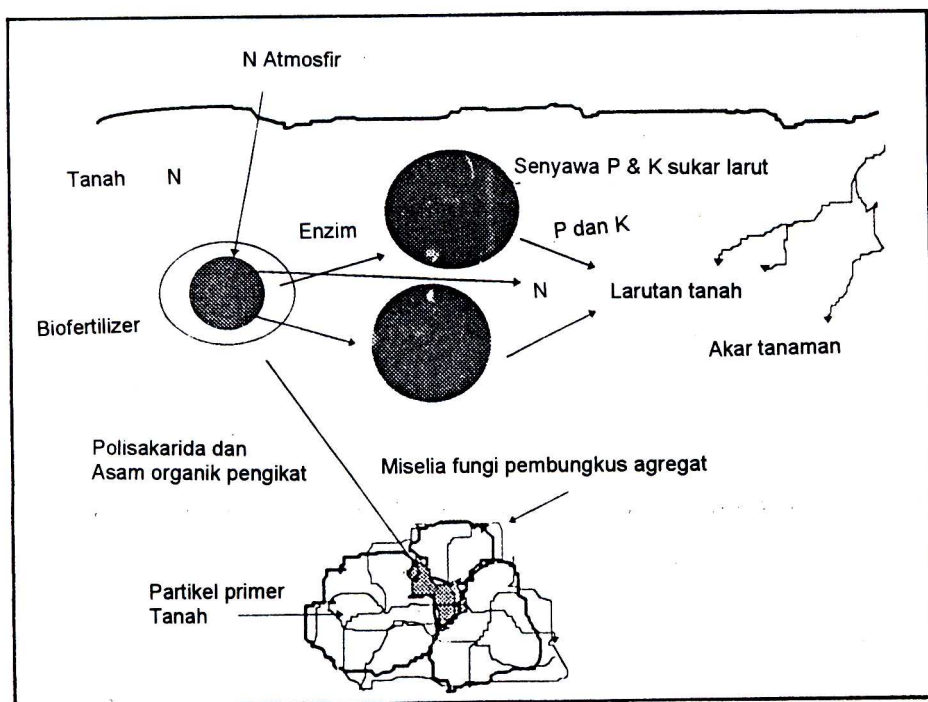
Hasil Formulasi Produk Komersial

Satu unit produksi skala pilot telah dioperasikan di Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Bogor (Gambar 3). Kapasitas terpasang saat ini mencapai 25 ton/bulan. Bentuk kemasan biofertilizer skala komersial disajikan dalam Gambar 4. Analisis finansial komparatif biaya pupuk beberapa tanaman perkebunan secara konvensional dan kombinasinya dengan biofertilizer disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Dampak penggunaan biofertilizer NPK+PA *Emas* terhadap pertumbuhan bibit kakao umur empat bulan pada tanah masam.

Kombinasi Perlakuan	Diameter batang (mm)	Berat kering (g/bibit)
Standar (100% Konvensional)	5,2 ^b	4,7 ^{bc}
1,6 g <i>Emas</i> + 25% Konvensional	5,9 ^{bc}	5,5 ^b
1,6 g <i>Emas</i> + 50% Konvensional	6,5 ^{bc}	6,1 ^c
3,2 g <i>Emas</i> + 25% Konvensional	5,3 ^b	3,9 ^{ab}
3,2 g <i>Emas</i> + 50% Konvensional	6,8 ^c	7,3 ^c
6,4 g <i>Emas</i> + 25% Konvensional	6,1 ^{bc}	5,9 ^c
6,4 g <i>Emas</i> + 50% Konvensional	6,4 ^{bc}	6,9 ^c
Kontrol	3,5 ^a	2,0 ^a

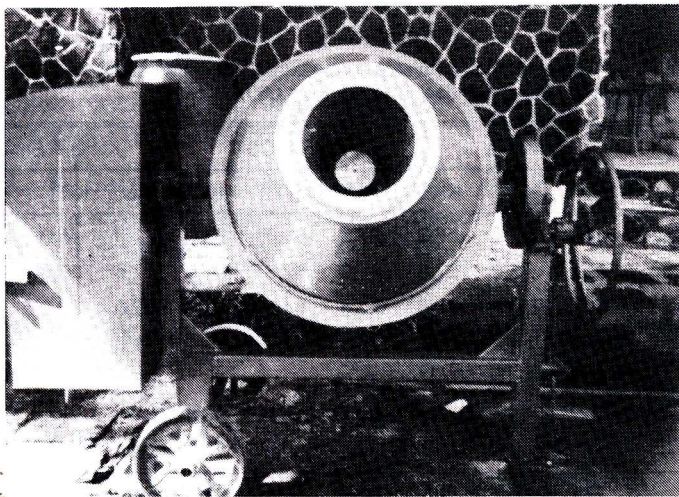
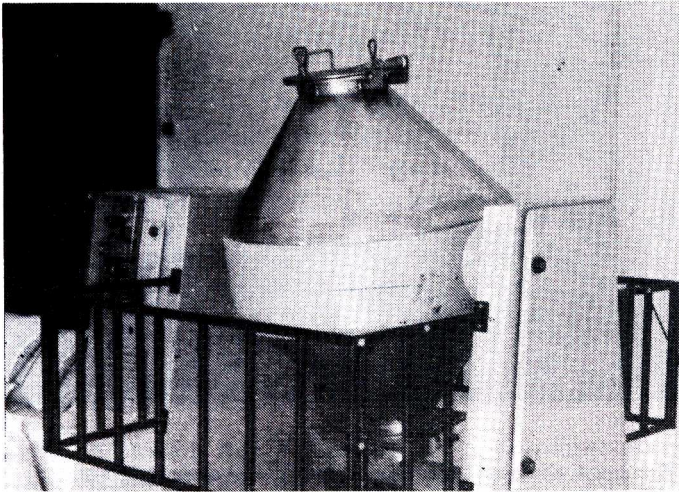
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji nilai tengah berganda Duncan ($P < 0,05$).



Gambar 1. Mekanisme pengikatan N dari udara, pelarutan P dan K dari senyawa sulit larut, dan pemantapan agregat tanah oleh biofertilizer NPK+PA *Emas*.



Gambar 2. Percobaan rumah kaca dengan bibit kelapa sawit (atas), *Gmelina* (tengah), dan cabai (bawah).



Gambar 3. Unit produksi skala pilot. Unit pengaduk bahan pembawa (atas) dan unit granulator (bawah).



Gambar 4. Kemasan biofertilizer *Emas* NPK+PA skala komersial.

Tabel 2. Perbandingan biaya pupuk beberapa komoditas perkebunan dengan menggunakan produk biofertilizer komersial dan *Emas*. (x Rp 1.000).

Jenis pupuk	Kimia			Kimia+OST			Kimia + <i>Emas</i>		
	KS	KRT	KKO	KS	KRT	KKO	KS	KRT	KKO
1. Urea	42,0	90,0	58,8	37,8	81,0	52,9	21,0	45,0	29,4
2. TSP	35,0	75,0	57,8	31,5	67,5	51,9	17,5	37,5	28,9
3. KCl	64,0	72,0	88,0	57,6	64,8	87,1	32,0	36,0	44,0
4. Kieserit	42,0	-	-	37,8	-	-	21,0	-	-
5. Boraks	50,0	-	-	45,0	-	-	25,0	-	-
6. OST	-	-	-	24,5	35,0	43,8	-	-	-
7. <i>Emas</i>	-	-	-	-	-	-	28,0	50,0	65,0
Total	233	237	205	234	248	236	145	169	167

Asumsi: Dosis OST 25 g/pohon (kakao), 100 g/pohon (kelapa sawit), dan 50 g/pohon (karet).
 Harga Rp 1.750/kg. Dosis *Emas* 25 g/pohon (kakao), 100 g/pohon (kelapa sawit) dan 50 g/pohon (karet). Harga Rp 2.000/kg.

KESIMPULAN

Biofertilizer *Emas* yang berbahan aktif bakteri penambat N bukan pensimbiosis, mikroba pelarut P dan K, dan mikroba pemantap agregat mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia sintetis hingga 25%. Nilai penghematan biaya pupuk untuk tanaman kakao diperkirakan mencapai 20%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pimpinan dan karyawan di Kebun Cisaga dan Rajamandala yang telah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga ditujukan kepada Dewan Riset Nasional yang telah memberi kepercayaan dengan menyetujui pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dunnigan, E.P. 1979.** Microbial fertilizers, activators, and conditioners: A critical review of their value to agriculture. *Dev. Indust. Microb.* 20: 311-322.
- Goenadi, D.H., R. Saraswati, dan Y. Lestari. 1993.** Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat bakteri asal tanah dan pupuk kandang sapi. *Menara Perkebunan*, 61(2): 44-49.
- Goenadi, D.H., R. Saraswati, N.A. Nganro, dan J.S. Adiningsih. 1995.** Mikroba pelarut hara dan pemantap agregat sebagai biofertilizer untuk meningkatkan daya dukung tanah Ultisol bagi tanaman kakao. *Laporan Penelitian Riset Unggulan Terpadu (RUT) II (1995-1996)*.
- Goenadi, D.H., R. Saraswati, N.A. Nganro, dan J.S. Adiningsih. 1997.** Efisiensi pemupukan tanaman kakao melalui aplikasi biofertilizer NPK+PA *Emas*. *Makalah Pert. Teknis Budi Daya Kakao, PTP Nusantara VIII, Cisaga, 7-8 Januari 1997*. 19 hal.
- Lynch, J.M. dan E.E. Braggs. 1985.** Microorganism and soil aggregate stability. *Adv. Soil Sci.*, 2: 133-172.