

**INOVASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN LAHAN
SAWAH DAN LAHAN KERING
BERKELANJUTAN**



BALAI PENELITIAN TANAH

Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian



LAPORAN TAHUNAN 2015

INOVASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN LAHAN SAWAH DAN LAHAN KERING BERKELANJUTAN

Penanggungjawab

Kepala Balai Penelitian Tanah

Penyusun

Sutono
I Gusti Putu Wigena
Jati Purwani
Joko Purnomo

Redaksi Pelaksana

Sri Erita Aprillani
Yayan Supriana

Design dan Tata Letak

Yayan Supriana

Diterbitkan

BALAI PENELITIAN TANAH

Jl. Tentara Pelajar 12 Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16114
Telp. (0251) 8336757, Fax. (0251) 8321608, 8322933
e-mail: balittanah@litbang.pertanian.go.id
<http://www.balittanah.litbang.pertanian.go.id>

KONTRIBUTOR:

A. Rachman, Ai Dariah, A. Kasno, Cinta Badia G, D. Setyorini, Dedy Erfandi, Ety Pratiwi, Husnain, Herry Sastramihardja, Ishak Juarsah, Joko Purnomo, Jati Purwani, Neneng L. Nurida, Maswar, Irawan, Muchtar, Sutono, Ladiyani Retno W, Nurjaya, Sukristiyonubowo, Rahmah D. Yustika, IGP Wigena, IGM Subiksa, I Wayan Suastika, Usman Randika, Sri Rochayati, Ratih Dwi Hastuti, Selly Salma, Umi Haryati, dan Wiwik Hartatik.

**Penyusunan dan pencetakan buku ini dibiayai DIPA Balai Penelitian Tanah TA 2016
Cetakan I, 2016**

ISBN 978-602-6916-21-1

KATA PENGANTAR



Balai Penelitian Tanah (Balittanah) pada tahun anggaran 2015, telah melaksanakan penelitian, diseminasi hasil penelitian, dan manajemen perkantoran dengan alokasi anggaran dari DIPA 2015 sebesar Rp 28.130.088.000,- dengan realisasi sebesar Rp. 27.511.226.000,- atau 97.80%.

Secara keseluruhan program penelitian, diseminasi hasil penelitian, dan manajemen perkantoran pada tahun anggaran 2015 sudah berhasil dilaksanakan sesuai dengan Penetapan Kinerja Tahunan (PKT) 2015. Terdapat beberapa hasil kegiatan yang *output* nya melebihi capaian yang ditargetkan. Laporan tahunan ini secara ringkas menyampaikan keragaan hasil-hasil penelitian, diseminasi, dan manajemen perkantoran Balittanah pada tahun 2015. Hasil penelitian disajikan berdasarkan tipologi lahan, yaitu lahan sawah, lahan kering, teknologi formulasi pupuk, pembenah tanah, *test kit*, diseminasi hasil penelitian tanah, dan manajemen perkantoran.

Terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada seluruh staf, peneliti, dan pejabat struktural lingkup Balittanah yang telah berpartisipasi dan berkontribusi dalam menyusun, melengkapi, dan tercetaknya laporan tahunan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Tim Penyusun, Tim Penyunting, dan Redaksi Pelaksana yang telah melaksanakan tugasnya, sehingga Laporan Tahunan Balittanah 2015 ini dapat tersusun dengan baik.

Semoga laporan ini bermanfaat, kritik dan saran yang membangun kami terima untuk kesempurnaan laporan tahunan ini.

Bogor, Februari 2016
Kepala Balai,

Dr. Ir. Wiratno, M.Env., Mgt
NIP. 19630702 198903 1 002

DAFTAR ISI

<p>KATA PENGANTAR RINGKASAN EKSEKUTIF iii</p> <p>I. PENDAHULUAN</p> <p style="padding-left: 20px;">1.1 Latar Belakang ix</p> <p style="padding-left: 20px;">1.2 Tujuan xi</p> <p>2 PENGELOLAAN LAHAN SAWAH MENDUKUNG PROGRAM PENINGKATAN PRODUKSI KOMODITAS STRATEGIS</p> <p style="padding-left: 20px;">2.1 Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi dan Pengelolaan Hara Terpadu Padi Berpotensi Hasil Tinggi pada Lahan Sawah Intensifikasi 1</p> <p style="padding-left: 20px;">2.2 Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi dan Pengelolaan Hara Terpadu Padi Berpotensi Hasil Tinggi Pada Lahan Sawah Tadah Hujan 3</p> <p style="padding-left: 20px;">2.3 Pengembangan Teknologi Pengelolaan Lahan untuk Meningkatkan Produktivitas Sawah Bukaan Baru 5</p> <p style="padding-left: 20px;">2.4 Pengembangan Teknologi Bioremediasi Residu Herbisida di Lahan Sawah Menggunakan Mikroba Tanah 9</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5 Agriculture Land Management For Improving Soil Fertility And Land Irrigation Efficiency 12</p> <p>3 PENGELOLAAN LAHAN DAN OPTIMALISASI SUMBERDAYA HAYATI TANAH MENDUKUNG SISTEM PERTANIAN BIOINDUSTRI BERKELANJUTAN YANG ADAFTIF TERHADAP PERUBAHAN IKLIM</p> <p style="padding-left: 20px;">3.1 Olah Tanah Konservasi dan Rotasi Tanaman Pangan di Lahan Kering 15</p> <p style="padding-left: 20px;">3.2 Teknik Pengelolaan Lahan, Bahan Organik, Pupuk dan Mikroba pada Usahatani Tanaman Pangan Rendah Karbon di Lahan Kering Masam..... 16</p> <p style="padding-left: 20px;">3.3 Teknologi Konservasi Tanah untuk Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman Cabai di Dataran Tinggi 18</p>	<p style="padding-left: 20px;">3.4 Aktinomiset Endofit sebagai Pemacu Pertumbuhan dan Pengendali Penyakit pada Tanaman Pangan Hortikultura 19</p> <p style="padding-left: 20px;">3.5 Karakteristik dan Pemanfaatan Mikroba untuk Perbaikan Kesuburan dan Produktivitas Tanah 23</p> <p style="padding-left: 20px;">3.6 Teknologi Bioremediasi melalui Pemanfaatan Cendawan Pengakumulasi Logam Berat (CPLB) Pada Lahan Tercemar Limbah Industri 26</p> <p style="padding-left: 20px;">3.7 Mikroba Termofilik Perombak Limbah Pertanian untuk Mempercepat Proses Pengomposan 30</p> <p style="padding-left: 20px;">3.8 Model Teknologi Pertanian Organik berkelanjutan 33</p> <p>4 PENELITIAN PENGELOLAAN LAHAN SUB-OPTIMAL DAN LAHAN TERDEGRADASI UNTUK MENDUKUNG SWASEMBADA PANGAN BERKELANJUTAN</p> <p style="padding-left: 20px;">4.1 Pemetaan Lahan Terdegradasi di Prov. Jawa Barat 38</p> <p style="padding-left: 20px;">4.2 Faktor Pembatas Kemasaman Tanah dan Pemulihan Status Karbon Organik pada Lahan Kering Masam 39</p> <p style="padding-left: 20px;">4.3 Teknologi Pengelolaan Lahan Bekas Tambang Batubara 41</p> <p style="padding-left: 20px;">4.4 Pemulihan Lahan Sawah Terdegradasi Akibat Intrusi Air Laut untuk Mendukung Peningkatan Kualitas Lahan 43</p> <p style="padding-left: 20px;">4.5 Teknologi Pengelolaan Hara Berbasis Tanaman 44</p> <p style="padding-left: 20px;">4.6 Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi Padi Gogo Pada Lahan Kering Masam 48</p> <p style="padding-left: 20px;">4.7 Peningkatan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Kelapa Sawit dan Jagung 51</p>
---	--

5	PENELITIAN FORMULASI SERTA TEKNIK PRODUKSI PUPUK DAN PEMBENAH TANAH Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan		7.4	Workshop Penyusunan Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi Mendukung Swasembada Pangan	84
5.1	Formula Pupuk Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan	53	8	MANAJEMEN PERKANTORAN	
5.2	Formula Mikroba dan Bahan Pembawa Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah dan Tanaman Kedelai	54	8.1	Perencanaan Program dan Anggaran	86
5.3	Teknologi Produksi Pupuk dan Pembena Tanah	57	8.2	Pengendalian Internal, Monitoring, dan Evaluasi	89
6	PERAKITAN DAN PENGEMBANGAN TEST KITS DAN PERANGKAT LUNAK PENGELOLAAN LAHAN Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan		8.3	Pembayaran Gaji dan Tunjangan	94
6.1	Pengembangan Sistem Informasi Konservasi Tanah	60	8.4	Penyelenggaraan Operasional dan Pemeliharaan Perkantoran	94
6.2	Pengembangan Sistem Informasi Kesuburan Tanah	62	8.5	Penataan dan Pengelolaan Satker	96
6.3	Pengembangan Test Kit Mendukung Efisiensi Pemupukan dan Peningkatan Produksi Tanaman Sawit	66	8.6	Operasional Pemeliharaan Laboratorium Tanah dan Kebun Percobaan	99
6.4	Pengembangan Test Kit Mendukung Pengembangan Pertanian Berkelanjutan	68	8.7	Pengelolaan Belanja Modal	104
7	DISEMINASI HASIL PENELITIAN		a.	Kendaraan Bermotor	
7.1	Pengembangan Sistem Informasi, Diseminasi Inovasi Teknologi dan Kerjasama Penelitian Sumberdaya Tanah	71	b.	Perangkat Pengolah Data dan Komunikasi	
7.2	Pengelolaan Lahan Kering Masam Berkelanjutan Berbasis Agro Eduwisata di KP Taman Bogo	75	c.	Pengadaan Peralatan Laboratorium Tanah	
7.3	Identifikasi Calon Lokasi, Koordinasi, Bimbingan dan Dukungan Teknologi Upsus PJK, ASP, ATP dan Komoditas Utama Kementan	81	d.	Pengadaan Sarana Perkantoran	
			e.	Sarana dan Prasarana Gedung	

RINGKASAN EKSEKUTIF

Pengelolaan Lahan Sawah

1. Pemberian pupuk NPK rekomendasi berdasarkan PUTS pada sawah bukaan baru (300 kg urea, 75 kg KCl, dan 50 kg SP-36 per ha), dikombinasikan dengan 2 t jerami dapat menghasilkan 5,07 ton GKG/ha. Tinggi genangan 3 cm dan pemupukan 0,75 x NPK rekomendasi, 2 t jerami dan pemberian Agrimeth menghasilkan produktivitas air tertinggi sebanyak 0,359 ltr air/1 gram GKP. Pada sawah bukaan baru >4 tahun, perlakuan genangan 3 cm, pemupukan 1xNPK rekomendasi PUTS (300 kg Urea, 75 kg KCl dan 50 kg SP-36 per ha), 2 t jerami memberikan hasil tertinggi sebanyak 6,74 ton GKG/ha. Perlakuan genangan 3 cm dan pemberian pupuk 0,75NPK rekomendasi PUTS dalam 2 kali pemberian kombinasi 1 ton jerami padi dan pupuk hayati Agrimeth menghasilkan produktivitas air tertinggi sebanyak 0,228 ltr air/1 gram GKP.
2. Lahan sawah salin ditandai oleh meningkatnya kadar garam dan daya hantar listrik (DHL) sampai di atas ambang batas toleransi tanaman padi atau tanaman pangan lainnya, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan hasil dan bahkan dapat puso. Rehabilitasi lahan sawah salin dapat direhabilitasi dengan cara (1) mengencerkan kandungan natrium, (2) memindahkan/mengalirkan natrium ke luar petak-petak sawah, dan (3) mengembalikan kesuburan fisik tanah dengan menambahkan pembenah tanah. Pengenceran natrium sangat bergantung kepada air irigasi. Air irigasi yang dapat digunakan untuk mengencerkan natrium adalah air segar yang mempunyai DHL sangat rendah, < 1 dS/cm.

Pengelolaan Lahan Kering

1. Pupuk N berpengaruh nyata terhadap berat gabah kering giling (GKG) padi gogo yang ditanam di lahan kering masam Lampung

Timur. Varietas Limboto lebih respon, terhadap pemupukan N dibandingkan dengan varietas Situ Patengang. Semakin tinggi dosis N hingga 180 kg/ha menghasilkan GKG semakin tinggi. Pupuk P dan K berpengaruh nyata terhadap bobot GKG padi gogo yang ditanam di lahan kering masam Lampung Timur. Semakin tinggi dosis pupuk P dan K berat gabah kering giling semakin tinggi, namun peningkatan gabah kering giling lebih tinggi pada pupuk P dibandingkan dengan pupuk K.

2. Pengelolaan hara pada lahan sawah tadah hujan menunjukkan bahwa pemupukan N, P, dan K meningkatkan produksi gabah. Pemupukan N meningkatkan bobot GKP sekitar 30-40%. Dosis pupuk N yang optimum dicapai pada 245-255 kg Urea/ha. Pemupukan P meningkatkan bobot GKP sebesar 12%. Pemupukan K meningkatkan bobot GKP 20% dengan dosis K optimum sekitar 75 kg KCl/ha.
3. Aplikasi olah tanah konservasi dapat memperbaiki sifat fisika tanah seperti: BD tanah menjadi <1,00 g/cm³ dibandingkan olah tanah konvensional sebesar 1,22 g/cm³; mempertahankan agregasi tahan air sebesar 80,7-86,0% dibandingkan pada olah tanah konvensional sebesar 49,9-55,6%. Perlakuan olah tanah konservasi mempertahankan kadar C-organik antara 0,97-1,34% dibandingkan olah tanah konvensional antara 0,63-0,84%. Perlakuan olah tanah konvensional menghasilkan 3,43 t jagung pipilan kering/ha, dapat ditingkatkan menjadi 5,32 t pipilan kering/ha dengan olah tanah konservasi.
3. Isolasi aktinomiset endofit dari tanaman padi menghasilkan 10 jenis isolate: POA1, POA2, POA3, POA4, POA5, POA6, PAS1, PAS2, PAS3, dan PAS4. Semua isolat jenis POA1-POA6 mampu memfiksasi N. Isolat yang mampu

melarutkan fosfat adalah PAS1, PAS2, PAS3, POA1, dan POA2. Isolat yang mampu sebagai agen pengendali hayati terutama gangguan infeksi mikroba adalah POA4 dan POA6. Isolat POA6 juga mampu menghasilkan siderofor yang mengkhelat besi feri (Fe^{3+}) di lingkungan rizosfir sehingga tidak tersedia bagi perkembangan mikroba pathogen.

4. Pengolahan tanah dan pengembalian bahan organik dapat meningkatkan kandungan karbon terhumifikasi yang stabil dan tidak lagi terdekomposisi di dalam tanah. Kandungan C-total tanah pada olah tanah konvensional berkisar 0,63-0,98% (tanpa mulsa) dan 0,63-0,84% (dengan mulsa), pada ukuran agregat besar ($> 2mm$) masing-masing 0,81% dan 0,61%. Pengolahan tanah konservasi dan tanpa olah tanah mampu melindungi karbon tanah yang berada dalam agregat tanah, sehingga kandungan karbon tanah dapat dipertahankan berada pada kisaran 0,97-1,39% (olah tanah konservasi+mulsa) dan 0,96-1,34% (tanpa olah tanah+mulsa). Karbon tanah umumnya terakumulasi pada ukuran agregat besar ($>2 mm$) dan agregat mikro ($< 0,3 mm$). Aplikasi olah tanah konservasi memberikan hasil jagung sekitar 5,32-5,36 t pipilan kering /ha, lebih tinggi dibandingkan pada olah tanah konvensional sekitar 3,43 t/ha (tanpa mulsa) dan 5,41 t/ha (dengan mulsa).
5. Sistem budidaya pertanian rendah karbon (*low carbon efficiency farming*) pada lahan kering menyebabkan penurunan kandungan bahan organik tanah, sifat fisika, kimia dan biologi tanah, dan memicu terjadinya degradasi lahan. Hasil penelitian di KP Taman Bogo yang membandingkan pengaruh beberapa perlakuan terhadap produksi kedelai menunjukkan bahwa perlakuan Dolomit (4 ton/ha) + NPK rekomendasi (50 kg urea/ha; 100 kg SP 36/ha, dan 100 kg KCl/ha + biochar dosis 5 ton/ha) mampu menghasilkan bobot biji (2,11 t/ha), batang dan kulit biji (3,44 ton/ha), total biomasa 8,71 ton/ha dan serapan karbon mencapai 3,40 ton/ha. Biomasa jagung paling cepat terdekomposisi dibandingkan biomasa jerami padi, dan paling lama terdekomposisi adalah biomasa kedelai pada saat 6 bulan setelah aplikasi. Biomasa jagung, jerami padi, dan kedelai yang telah mengalami dekomposisi setelah 6 bulan aplikasi sebanyak 90,7%, 79,9%, dan 63,8%.
6. Penerapan teknologi konservasi tanah di sentra produksi Cabai Desa Karya Mekar, Kec. Pasirwangi, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat menunjukkan bahwa teknik konservasi tidak mengurangi populasi tanaman cabai dan teknologi konservasi tanah, bahkan mampu meningkatkan ruang pori total (RPT), pori drainase cepat (PDC), permeabilitas dan *water aggregate stability* (WAS). Teknik konservasi tanah bedengan searah kontur menurunkan 70 % erosi dan aliran permukaan sekitar 11 % dari curah hujan. Teknik konservasi konvensional + mulsa plastik memberikan hasil tanaman yang tertinggi (8,53 t/ha) diikuti oleh teknik konservasi bedengan searah kontur + mulsa sebesar 7,07 t/ha.
7. Kemasaman tanah dan kemerosotan bahan organik tanah merupakan dua sifat tanah yang harus diperbaiki untuk mengendalikan luas lahan terdegradasi. Pemberian kapur 2 t/ha dengan pembenah APK (alternatif pengganti kapur yang berbahan baku utama bahan organik) dengan dosis $1,5 t ha^{-1}$, tidak menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan dan hasil panen jagung. Biochar dan kompos juga dapat digunakan sebagai pembenah tanah pengganti kapur, namun diperlukan dosis yang relatif tinggi (10 t/ha).
8. Peningkatan kualitas lahan bekas tambang batubara di Desa Simpang Empat, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan dapat dilakukan melalui penggunaan mukuna, kompos dibuat insitu, pupuk kandang serta pembenah tanah yang berupa biochar. Populasi total bakteri pada perlakuan tanaman penutup tanah (LCC)

- sebesar $1,63 \times 10^8$ cfu/g dan pada perlakuan residu pembenah tanah + LCC populasi bakteri $4,77 \times 10^9$, terjadi peningkatan populasi bakteri. Peningkatan aktivitas dehidrogenase tanah sebelum tanam sebesar 8,671 ug TPF/g tanah/hari meningkat menjadi 180,117 ug TPF/g tanah/hari atau meningkat sebesar 20 kali perlakuan Kompos *insitu* + LCC.
9. Total luas areal di DAS Cimanuk Hulu sekitar 307.904 hektar. Perbedaan kelas dan penyebaran degradasi lahan diperoleh melalui analisis penggunaan lahan/vegetasi penutup, kemiringan lereng, dan curah hujan rata-rata tahunan. Berdasarkan parameter tersebut diperoleh kelas degradasi lahan untuk DAS Citarum Hulu tidak terdegradasi, terdegradasi ringan, terdegradasi sedang dan terdegradasi berat masing-masing adalah 143.529 ha, 135.521 ha, 23.947 ha, dan 4.907 ha.
 10. Sistem Informasi Pengelolaan Lahan (SILAHAN) dapat dimanfaatkan dan digunakan pada alamat <http://202.70.136.88/gis/silahan>. Pengukuran dan simulasi erosi menghasilkan nilai IBE kurang dari 1 yang menunjukkan bahwa aplikasi menghasilkan nilai yang sejalan dengan pengukuran di lapang. SILAHAN versi 2015 kemudian diberi nama versi V1.02 lokasi Jawa Timur mempunyai keunggulan sistem operasi *open source*, bekerja pada kecepatan koneksi internet yang rendah, terbuka pada updating data, dan dapat diakses pada gadget yang menggunakan aplikasi Android.
2. Sistem informasi penelitian tanah telah melaksanakan *update* berita dan infotek dalam website Balittanah dilakukan sebanyak 184 kali dengan jumlah kunjungan ke website Balittanah sebanyak 69.696 kunjungan/tahun atau 6000 kunjungan/bulan. Intensitas kunjungan pamustaka langsung ke perpustakaan adalah sebanyak 127 pengunjung/tahun dan 1316 kunjungan/tahun ke perpustakaan digital. Topik yang paling banyak dikunjungi adalah olah tanah untuk memperbaiki sifat tanah bukaan baru. Jumlah koleksi pustaka yang dikelola perpustakaan Balittanah adalah sebanyak 11 topik dengan jumlah 988 eksemplar. Perpustakaan digital Balittanah sudah terkoneksi sekitar 3000 judul terkait *soil science* dari *journal online science direct*.
 3. Pangkasan biomas *Flemingia SP*, *Glirisidia SP*, dan strip rumput pada pertanaman lorong di KP Taman Bogo berfluktuasi setiap bulan. Pada musim penghujan pertumbuhan tanaman pagar optimal, tetapi pada musim kemarau pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Pangkasan tanaman pagar berfungsi sebagai sumber bahan organik, mengurangi erosi dan aliran permukaan. Hasil tanaman lorong yang ditanam diantara tanaman pagar didapatkan bahwa pada MT I, hasil gabah kering giling padi gogo tertinggi mencapai 5,78 t/ha, sedangkan hasil terendah 4,44 t/ha. Hasil jagung pada MT II mencapai 4,06 – 6,41 t pipilan kering/ha dan berat ubi segar mencapai 13,50 – 17,69 t/ha. Penggunaan pupuk kandang 10 t/ha/tahun di KP Taman Bogo dapat mempertahankan produksi tanaman pangan tetap terjaga tinggi. Hasil gabah padi gogo, pipilan jagung dan berat ubi segar masing-masing sebesar 5,78 t GKP/ha, 5,33 t pipilan kering jagung/ha dan 18,80 t ubi segar/ha, tanpa pupuk kandang hasil tanaman pangan cenderung menurun 4,10 t

Diseminasi Hasil Penelitian

1. Publikasi penelitian tanah yang sudah dicetak adalah satu judul buku Laporan Tahunan 2014, satu judul buku Sistem Pertanian Organik Mendukung Produktivitas Lahan Berkelanjutan, 3 (tiga) judul juknis/booklet, yaitu: Laboratorium Penguji Balittanah, Biochar: Pembenah tanah potensial, dan Pengelolaan lahan sawah terdegradasi dengan pengelolaan limbah pertanian *insitu*.

GKP/ha, 3,03 t pipilan kering jagung/ha dan 11,63 t ubi segar.

4. Penggunaan bahan pembenah tanah (kapur, *sludge* padat, pupuk kandang) dapat memperbaiki sifat tanah memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah pada lahan kering masam di KP Taman Bogo, Lampung Timur. Bobot gabah kering giling paling tinggi didapatkan pada perlakuan NPK Rek. PUTK + Sludge Padat 2 t/ha + Kapur 2 t/ha sebesar 4,10 t GKG/ha (MT 1) dan 7,80 t jagung pipilan kering/ha. Penggunaan *biochar*/arang sebagai pembenah tanah meningkatkan GKG dan pipilan kering jagung. Pemberian *biochar* dari tongkol jagung menghasilkan 5,69 t GKG/ha dan *biochar* dari batang singkong menghasilkan 5,35 t pipilan kering jagung/ha.
5. Diperlukan adanya strategi khusus untuk mempercepat implementasi inovasi pertanian yang dihasilkan lembaga-lembaga penelitian di tingkat lapangan atau petani, salah satunya melalui Taman Teknologi Pertanian (TTP) dan Taman Sains Pertanian (TSP). Salah satu lokasi TTP adalah Selokura-Lamongan dan TSP Natar Lampung. Balittanah terlibat langsung pada dua lokasi tersebut berupa pendampingan manajemen dan teknologi. Pembangunan TTP Solokuro Lamongan berjalan sesuai *grand design* atau tata ruang yang telah disusun bersama Tim BBSDLP, Balittanah, BPTP Jawa Timur, Dinas Pertanian, dan Kepala Desa Banyubang. Selain telah dilaksanakan pembangunan fisik berupa *showroom*, kandang ternak komunal terpadu, jalan dan saluran air irigasi, juga telah dilakukan sejumlah pelatihan, *demfarm* pemupukan, temu lapang, studi banding dan panen raya jagung yang dihadiri Dirjen Tanaman Pangan.
3. Laporan akuntabilitas kinerja (Lakin) Balittanah menyajikan kinerja dan *outcome*/dampak hasil penelitian di Balai

Manajemen Perkantoran

1. Perencanaan anggaran 2016 dimulai dari penyusunan dan evaluasi matrik baik tingkat Balittanah dan BBSDLP. Usulan kegiatan TA 2016 terdiri dari 8 RPTP, 2 RDHP, dan 6 RKTM dan 1 belanja modal dengan total dana yang diusulkan sebesar Rp. 31.860.000.000.
2. Kegiatan Balai Penelitian Tanah tahun 2015 berjumlah 21 judul kegiatan yang terdiri atas: 7 judul penelitian tingkat peneliti (RPTP), 3 judul RDHP, dan 11 judul kegiatan RKTM. Dari 21 judul kegiatan tersebut, 7 RPTP dan 3 RDHP merupakan kegiatan baru, sedangkan 11 kegiatan RKTM merupakan kegiatan lanjutan yang akan dibiayai. Total belanja yang dialokasikan untuk Balai Penelitian Tanah pada TA 2015 berdasar pagu definitif berjumlah Rp. 28.130.088.000,- dengan rincian 42,92% Belanja Pegawai, 33,91% belanja barang, dan 23,17 % belanja modal. Alokasi anggaran untuk pelaksanaan kegiatan penelitian, administrasi dan pendukung lainnya berjumlah Rp.16.056.452.000,-. Realisasi penggunaan mencapai Rp.27.511.126.820,- atau realisasi sebesar 97,80%. Sisa anggaran yang tidak terpakai sebesar Rp. 618.961.180,- atau 2,20%. Laporan keuangan (SAI/Sistim Akutansi Instansi dan CALK/Cacatan atas laporan keuangan Semester I dan II Balai Penelitian Tanah 2015 telah disusun dan merupakan bagian dari laporan keuangan sebagai bentuk pertanggungjawaban satker dalam mengelola keuangan.

Penelitian Tanah tahun 2015 yang tercermin melalui hasil pengukuran capaian sasaran. Secara keseluruhan kinerja Balittanah tahun

2015 dapat dikategorikan sebagai sangat berhasil karena capaian indikator kinerja sasaran persentasenya mencapai 111,62 %, termasuk katagori sangat berhasil karena > 100 persen. Capaian kegiatan TA 2015 adalah 2 sistem informasi, 1 peta, 6 teknologi, 4 formula, 4 jenis test kit, 2 basisdata, 24 judul draft KTI, 2 invensi dilindungi HKI, 2 invensi yang dilisensi, 1 laporan tahunan, 1 buku teknologi, 3 juknis/booklet.

4. Entry data pegawai negeri sipil (PNS) telah dilakukan melalui program SIMPEG untuk 158 orang PNS. Distribusi PNS tersebut adalah 1 (satu) orang Pejabat Eselon III, 3 (tiga) orang Pejabat Eselon IV, dan 80 orang yang memiliki jabatan fungsional tertentu, sisanya

78 orang staf non fungsional. Jabatan fungsional tertentu tersebut terdiri atas 44 orang peneliti, 34 orang teknisi litkayasa, 1 orang Arsiparis dan 1 orang Pustakawan.

5. Balai Penelitian Tanah (Balittanah) memiliki fasilitas berupa laboratorium pengujian kimia, biologi, fisika, dan mineralogi tanah serta laboratorium *pilot plant* pupuk hayati yang tergabung dalam Laboratorium Pengujian (LP) Balai Penelitian Tanah. LP Balittanah telah terakreditasi di KAN dengan nomor LP-846-IDN terhitung mulai 22 Oktober 2014 hingga 21 Oktober 2018 dengan 175 parameter uji terakreditasi. Pada TA 2015 telah diusulkan akreditasi untuk 9 parameter Uji Fisika Tanah dan 6 parameter uji Biologi Tanah.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pertambahan penduduk, alih fungsi lahan pertanian ke non pertanian, degradasi lahan, dan perubahan iklim yang dinamis merupakan kendala dalam produksi pertanian untuk swasembada pangan dan ketahanan pangan. Kabinet Kerja mencanangkan swasembada padi, jagung, dan kedelai (Pajale) dalam tiga tahun yaitu 2015-2017. Untuk merealisasikan program tersebut Kementerian Pertanian menjalankan program upaya khusus (Upsus) pencapaian swasembada padi, jagung, kedelai, jale. Walaupun dihadang kemarau panjang, target tahun 2015 produksi padi dapat tercapai di atas 75,55 juta ton GKG atau meningkatkan 6,64% dibandingkan tahun 2014 (<http://www.bps.go.id/brs/view/id/1157>). Padi gagal panen atau puso akibat El Nino sebesar 25.000 ha di bawah rata-rata puso tahunan. Daerah yang tidak terdampak El Nino seperti Sumatera dan Kalimantan oleh pemerintah dimaksimalkan perannya untuk pencapaian target nasional. Selain itu jaringan irigasi, embung, waduk/bedungan juga mulai dibenahi. Untuk mempercepat masa pengolahan tanah direalisasikan mesin pompa air. Kenaikan produksi padi terjadi karena kenaikan luas panen seluas 0,51 juta hektar (3,71 persen) dan kenaikan produktivitas sebesar 1,45 kuintal/hektar (2,82 persen).

Produksi jagung tahun 2014 sebanyak 19,01 juta ton pipilan kering atau meningkat sebanyak 0,50 juta ton (2,68 persen) dibandingkan tahun 2013. Pada tahun 2015 produksi jagung mencapai 20,67 juta ton pipilan kering atau mengalami kenaikan sebanyak 1,66 juta ton (8,72 persen) dibandingkan tahun 2014. Peningkatan produksi diperkirakan terjadi karena kenaikan luas panen seluas 160,48 ribu hektar (4,18 persen) dan

kenaikan produktivitas sebesar 2,16 kuintal/hektar (4,36 persen). Produksi kedelai tahun 2014 sebanyak 955,00 ribu ton biji kering atau meningkat sebanyak 175,01 ribu ton (22,44 persen) dibandingkan tahun 2013. Produksi kedelai tahun 2015 mencapai sebanyak 998,87 ribu ton biji kering atau meningkat sebanyak 43,87 ribu ton (4,59 persen) dibandingkan tahun 2014. Peningkatan produksi kedelai terjadi karena kenaikan luas panen seluas 24,67 ribu hektar (4,01 persen) dan peningkatan produktivitas sebesar 0,09 ku/ha (0,58 persen).

Pencapaian Swasembada Berkelanjutan Padi dan Jagung serta Swasembada Kedelai (Pajale) melalui kegiatan rehabilitasi jaringan irigasi tersier dan kegiatan pendukung lainnya serta optimalisasi lahan melalui bantuan sarana produksi benih, pupuk dan alat mesin pertanian (alsintan).

Dukungan dan pendampingan program-program Kementan harus menjadi kegiatan utama di instansi di bawahnya, termasuk Balai Penelitian Tanah. Balai Penelitian Tanah mempunyai tugas melaksanakan penelitian tanah untuk meningkatkan produksi pertanian dan produktivitas tanah melalui penelitian memulihkan/memperbaiki sifat tanah yang terdegradasi dan lahan tercemar, penelitian kesuburan tanah, dan penelitian biologi dan kesehatan tanah, formulasi pupuk dan pembenah. Balittanah mempunyai anggaran DIPA tahun anggaran (TA) 2015 sebesar Rp. 28.130.088.000,- dengan realisasi penggunaan mencapai Rp. 27.511.126.820,- atau realisasi sebesar 97,80%.

Jumlah PNS sampai dengan Desember 2015 adalah 158 orang. Pengelompokan dalam golongan, sebagai berikut : sebanyak 24 orang golongan IV, 81 orang golongan III, 47 orang

golongan II, dan 6 orang Golongan I. Pengelompokan dalam jabatan fungsional, adalah 43 orang peneliti, 29 orang teknisi litkayasa, 1 orang arsip paris, 1 orang pustakawan, selebihnya adalah tenaga pendukung. Berdasarkan data tersebut, maka jumlah PNS yang menduduki jabatan fungsional tertentu (JFT) adalah 74 orang dan 84 orang selebihnya menduduki jabatan fungsional umum

Laporan Tahunan ini disajikan dalam 8 (delapan) bab, yaitu: 1) Pendahuluan; 2) Pengelolaan Lahan Sawah Mendukung Program Peningkatan Produksi Komoditas Strategis; 3) Pengelolaan Lahan dan Optimalisasi Sumberdaya Hayati Tanah Mendukung Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan yang Adayitif terhadap Perubahan Iklim; 4) Penelitian Pengelolaan Lahan Sub-Optimal dan Lahan Terdegradasi untuk Mendukung Swasembada Pangan Berkelanjutan; 5) Penelitian Formulasi Serta Teknik Produksi Pupuk dan Pembenh Tanah Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan; 6) Perakitan dan Pengembangan *Test Kits* dan Perangkat Lunak Pengelolaan Lahan Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan; 7) Diseminasi Hasil Penelitian; dan 8) Manajemen Perkantoran

Berdasarkan tipologi lahan, pada TA 2015 Balittanah mengasikan rekomendasi dan teknologi pengelolaan lahan sawah, lahan kering, formulasi pupuk, perakitan perangkat uji. Rekomendasi pengelolaan lahan dan pupuk pada lahan sawah meliputi rekomendasi pemupukan untuk padi sawah berpotensi tinggi dan lahan sawah tadah hujan, pengelolaan lahan sawah bukaan baru, dan bioremediasi lahan sawah tercemar pestisida. Teknologi lahan kering yang dihasilkan antara lain olah tanah konservasi pada lahan datar dan dataran tinggi, dan pemanfaatan agen hayati untuk meningkatkan produksi dan

pengendalian penyakit. Teknologi lahan terdegradasi yang dihasilkan meliputi teknologi lahan bekas tambang, pemulihan status karbon organik, teknologi pemulihan lahan terpapar salin. Formula pupuk anorganik dan hayati serta teknologi produksi juga dihasilkan, antara lain: pupuk anorganik silika, pupuk hayati untuk kedelai. Perangkat uji tanah masih belum bisa menuntaskan rekayasanya, karena terbentur pada jumlah lokasi validasi dan pendanaan.

Pertanian yang kuat dan maju haruslah dimulai dengan memperkuat sistem inovasi dan penelitian yang kuat. Adopsi riset oleh masyarakat berdasarkan pada penguatan *scientific base research* (SBR) dan *scientific base action* (SBA). Semua hasil riset harus berdampak luas bagi masyarakat, terutama bagi kemajuan perekonomian masyarakat (MSI. 2014). Benih, pupuk, mesin pertanian hasil penelitian harus *dideliver* ke masyarakat. Masyarakat akan memilih inovasi hasil penelitian yang baik dan menguntungkan bagi petani.

Perbaikan kinerja institusi terus diupayakan melalui penerapan ISO 9001:2008 untuk manajemen dan SNI ISO/IEC 17025-2008 (2005) untuk laboratorium, penerapan SPI, dan layanan publik melalui Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi (PPID), serta persiapan akreditasi untuk Pranata Litbang. Perbaikan kinerja individu juga dilakukan dengan diterapkannya sistem kehadiran dengan *finger print*, analisis jabatan setiap pegawai diikuti dengan pakta integritas. Perbaikan manajemen/ birokrasi pemerintah/institusi tersebut mendorong pemerintah untuk memberikan penghargaan bagi para peneliti/penyuluh berupa peningkatan tunjangan jabatan fungsional peneliti dan tunjangan kinerja. Perbaiki kinerja tersebut diimbangi dengan pemberian tunjangan kinerja pada semua PNS lingkup Kementan per

Mei 2015. Semoga dengan kenaikan tunjangan kinerja tersebut dapat memotivasi PNS untuk bekerja lebih baik dan fokus pada output. Peralatan laboratorium dan alat pengolah data juga mendapat porsi yang besar pada tahun 2015.

2. Tujuan Kegiatan

Tujuan penyusunan laporan tahunan 2015 adalah menyampaikan hasil penelitian kepada masyarakat, baik pemerintah, swasta, perguruan tinggi, dan masyarakat tani.

Pengelolaan Lahan Sawah



2.1. Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi dan Pengelolaan Hara Terpadu Padi Berpotensi Hasil Tinggi pada Lahan Sawah Irigasi

Program swasembada pangan nasional berkelanjutan perlu didukung pengembangan inovasi teknologi pertanian baik di lahan sawah maupun lahan kering. Kontribusi lahan sawah irigasi dalam peningkatan produktivitas padi sangat nyata, namun demikian dalam kurun sepuluh tahun terakhir produktivitas lahan sawah intensif/irigasi semakin menurun. Dengan kata lain penggunaan pupuk semakin meningkat tetapi tidak diimbangi dengan peningkatan produksi, atau produktivitas padi tetap. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan rekomendasi pemupukan N, P, dan K untuk padi berpotensi hasil tinggi di lahan sawah irigasi berstatus hara P dan K tanah rendah hingga tinggi.

Hasil penelitian di lahan sawah irigasi Cibeber-Cianjur, Karanggede-Boyolali, dan Popoh-Blitar yang berstatus hara P rendah-sedang dan status K sedang-tinggi pada MK 2015 menunjukkan bahwa respon pemupukan N yang sangat nyata terhadap peningkatan hasil padi Inpari 33 dibandingkan pemupukan P dan K. Padi yang dipupuk P dan K, tanpa N memberikan hasil yang sama dengan tanpa dipupuk. Di Popoh-Blitar, pemupukan N hingga 180 kg N/ha nyata meningkatkan berat gabah kering panen, justru sebaliknya pemupukan P dan K tidak memberikan peningkatan hasil gabah kering giling (GKP) yang nyata dibandingkan kontrol (Tabel 1). Produktivitas padi Inpari 33 pada Inceptisol Popoh-Blitar

berkisar dari 5,2 t GKP/ha pada kontrol hingga hasil tertinggi 9,78 t GKP/ha pada N3P3K2. Pemupukan P dan K tanpa pemupukan N di Karanggede-Boyolali tidak dapat meningkatkan berat gabah kering panen, dan berat jerami kering (Tabel 1).

Pemupukan N nyata meningkatkan GKP dan BJK. Pemupukan dengan 90 kg N/ha nyata meningkatkan GKP dibandingkan kontrol (tanpa pupuk N). Pemupukan P dan K cenderung meningkatkan GKP, sedangkan pemupukan K nyata meningkatkan BJK. Hasil GKP Inpari 33 di Boyolali berkisar 4,95 t/ha, pada Kontrol, hingga 7,49 t/ha pada N3P3K2. Pemupukan N, P, K kurang nyata meningkatkan GKP dan BJK di Cibeber, Cianjur pada MK. 2015. Hasil GKP Inpari 33 di Cibeber- Cianjur berkisar 4,36 t/ha, pada kontrol hingga 7,06 t/ha pada N3P3K2.

Pengaruh pemupukan N,P,K secara parsial (dalam percobaan petak omisi) terhadap berat gabah kering panen (GKP) di Karanggede, Boyolali, MK. 2015 (Gambar 1). Respon pupuk N sangat nyata di ketiga lokasi penelitian. Hasil GKP Inpari 33 meningkatkan 30-60% apabila dipupuk Urea hingga 250-300 kg/ha. Di Popoh-Blitar dan Karanggede-Boyolali tidak terlihat respon terhadap pemupukan P dan K karena status hara P dan K tanahnya tergolong tinggi. Sebaliknya di Cibeber-Cianjur tanaman sangat terhambat pertumbuhan dan produksinya apabila tidak dipupuk P dan K. Di Cianjur, respon pemupukan P dan K (Gambar 2).

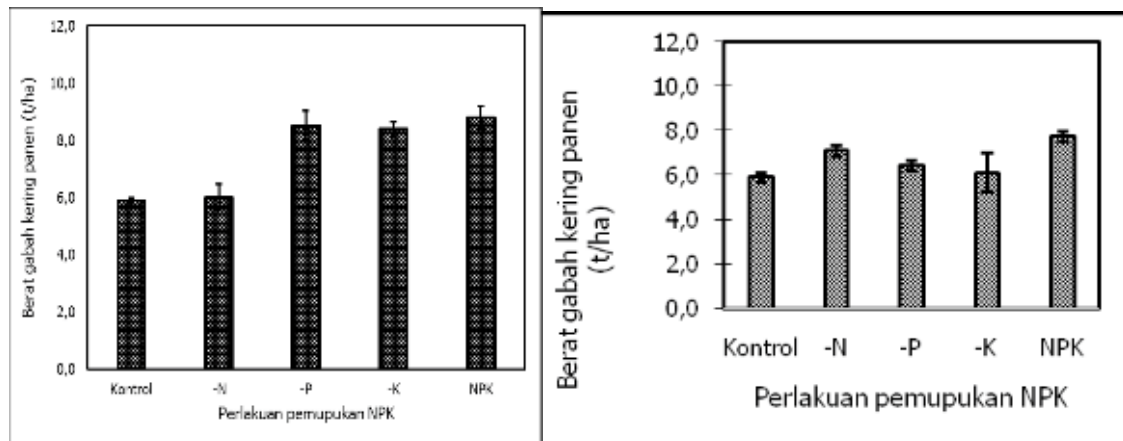
Tabel 1. Pengaruh pemupukan N, P, dan K terhadap GKP dan Berat Kering Jerami (BKJ) padi Var Inpari 33 di lahan sawah irigasi di Popoh-Blitar, Karanggede-Boyolali, dan Cibeber-Cianjur MK. 2015

Perlakuan	GKP (t/ha)			BKJ (t/ha)		
	Blitar**	Boyolali	Cianjur	Blitar	Boyolali	Cianjur
N0P0K0	5,19 c	4,95 c	4,36 c	3,67 c	6,65 c	4,44 c
N0P2K2	5,44 c	5,12 c	6,21 ab	3,65 c	6,64 c	5,89 ab
N1P2K2	6,72 bc	6,05 bc	6,34 ab	4,16 bc	9,35 b	6,39 a
N2P2K2	8,63 b	6,30 bc	6,91 a	5,14 bc	10,19 ab	5,56 ab
N3P2K2	9,14 ab	7,02 ab	6,96 a	5,99 ab	12,35 a	5,83 ab
N4P2K2	9,55 a	7,16 a	5,87 b	5,95 ab	12,89 a	4,44 c
N3P0K2	9,22 ab	6,93 b	5,73 bc	5,76 ab	11,58 ab	5,39 ab
N3P1K2	8,91 b	7,17 a	6,15 ab	6,14 a	12,78 a	5,11 b
N3P3K2	9,78 a	7,49 a	7,06 a	6,59 a	11,05 ab	6,18 a
N3P2K0	9,34 a	6,81 ab	5,41 bc	5,86 ab	9,24 b	5,56 ab
N3P2K1	8,95 b	6,71 b	6,50 ab	5,70 b	10,64 b	5,34 ab
N3P2K3	9,02 ab	6,91 ab	6,44 ab	5,53 b	13,88 a	5,65 ab
N3P2K2*	9,19 ab	6,47 b	5,44 bc	5,47 b	12,46 a	5,76 ab

* = varietas padi menggunakan Ciherang, ** = angka dalam kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT



Gambar 1. Kondisi pertanaman padi pada saat pemupukan ke dua di Karanggede, Boyolali dan Cibeber, Cianjur pada MK. 2015



Gambar 2. Respon pemupukan N,P,K terhadap GKP padi Inpari 33 di lahan sawah irigasi pada Percobaan Petak Omisi di Popoh-Blitar, Karanggede-Boyolali dan Cibeber-Cianjur MK 2015

2.2 Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi dan Pengelolaan Hara Terpadu pada Lahan Sawah Tadah Hujan

Luas lahan sawah tadah hujan 3,71 juta ha atau 45,7% dari total luas lahan sawah dan 33,4% nya dapat ditanam dua kali. Produktivitas lahan sawah tadah hujan rendah, selain karena terkendala air, tingkat kesuburannya rendah, dan tingkat pengelolaannya kurang optimal. Pemupukan berimbang merupakan kunci peningkatan produktivitas lahan dan tanaman, serta meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk.

Penelitian dilakukan di tiga lokasi, yaitu di 1) Desa Semawung, Andong, Boyolali; 2) KP. Jakenan, Pati; dan 3) Desa Salamnunggal, Cibeber, Cianjur pada MK 2015. Percobaan disusun berdasarkan rancangan acak kelompok dengan faktorial tidak lengkap, 12 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan merupakan kombinasi pemupukan N, P, dan K, ditambah perlakuan kontrol lengkap, dan satu perlakuan menggunakan varietas yang biasa digunakan oleh petani setempat. Dosis pupuk N yang dicoba adalah 0, 90, 135, dan 180 kg N/ha, dosis pupuk P adalah 0, 25, 50, dan 100 kg P₂O₅/ha, dan dosis pupuk K adalah 0, 30, 60,

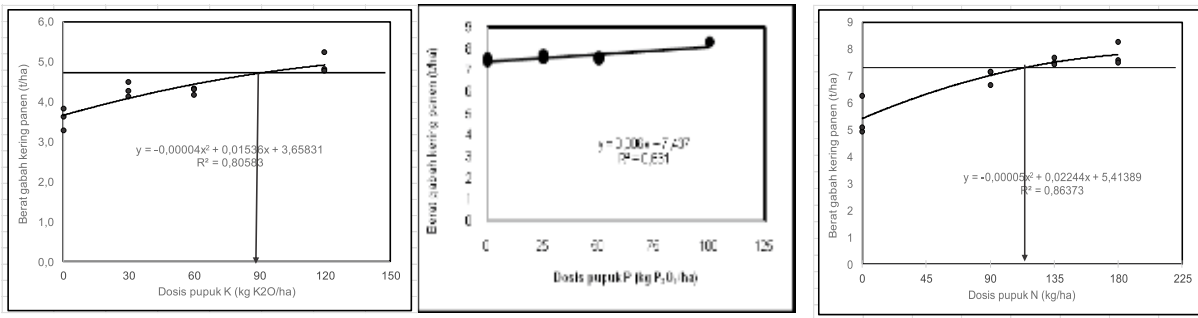
dan 120 kg K₂O/ha. Petak percobaan yang digunakan berukuran 5 m x 4 m, tanaman padi ditanam dengan jajar legowo 2:1, jarak tanam 40 cm x (20 cm x 10 cm).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan NPK dapat meningkatkan produksi sekitar 30 - 50% (Tabel 2). Pemupukan N meningkatkan berat gabah kering panen antara 30 - 40%, pemupukan P meningkatkan berat gabah kering panen antara 0 - 12% dan pemupukan K meningkatkan berat gabah kering panen antara 3 - 20%. Pemupukan N dapat meningkatkan produksi di semua lokasi, pemupukan P meningkatkan produksi di Cibeber, dan pemupukan K di Jakenan.

Pemupukan N pada lahan sawah tadah hujan di Andong, Boyolali nyata meningkatkan berat gabah kering panen, dosis optimum pemupukan N adalah 245 - 255 kg urea/ha. Pemupukan P meningkatkan berat gabah kering panen secara linier, walaupun cenderung mendatar. Pemupukan K meningkatkan berat gabah kering panen dengan dosis optimum 75 kg KCl/ha (Gambar 3).

Tabel 1. Pengaruh pemupukan N, P, dan K terhadap peningkatan persen berat gabah kering panen, di Andong, Jakenan dan Cibeber, MK. 2015

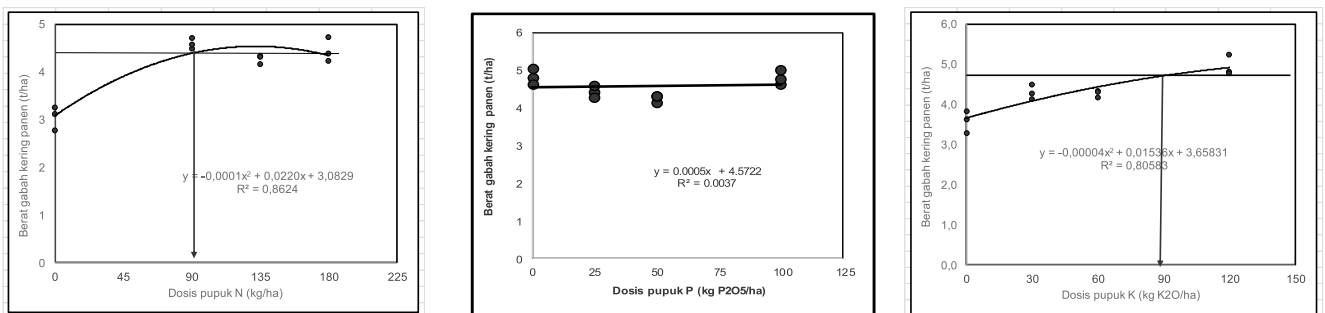
Perlakuan	Peningkatan berat gabah kering panen (%)		
	Andong, Boyolali	Jakenan, Pati	Cibeber, Cianjur
NPK	53,11	53,34	31,66
+N	38,97	40,07	29,54
+P	0,37	-11,81	12,14
+K	3,44	19,41	3,21



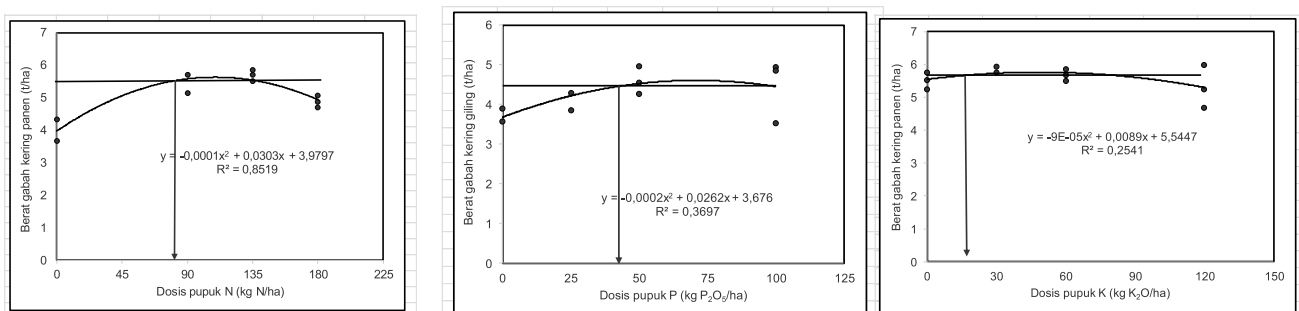
Gambar 3. Grafik hubungan pemupukan hara N, P, dan K terhadap berat gabah kering panen di Semawang, Andong, Boyolali, MK. 2015

Produksi padi lahan sawah tadah hujan di Jakenan dipengaruhi oleh pemupukan N dan K, sedangkan pemupukan P tidak berpengaruh terhadap berat gabah kering panen (Gambar 4). Dosis optimum pupuk N untuk tanaman padi sawah tadah hujan di KP. Jakenan adalah 200 kg urea/ha, dosis pupuk K optimum adalah 150 kg KCl/ha. Produksi padi lahan sawah tadah

hujan di Salamunggal, Cibeber, Cianjur, MK. 2015 dipengaruhi pemupukan N, P, dan K. Dosis optimum pemupukan N dicapai dengan pemupukan 200 kg urea/ha, dosis optimum pemupukan P adalah 110 kg SP-36/ha, dan dosis optimum pemupukan K adalah 30 kg KCl/ha (Gambar 5).



Gambar 4. Grafik hubungan pemupukan hara N, P, dan K terhadap berat gabah kering panen di KP. Jakenan, Pati, MK. 2015



Gambar 5. Grafik hubungan pemupukan hara N, P, dan K terhadap berat gabah kering panen di Salamunggal, Cibeber, Cianjur, MK. 2015

2.3 Teknologi Pengelolaan Lahan untuk Meningkatkan Produktivitas Sawah Buka-an Baru

Tuntutan akan pemenuhan bahan pangan terutama beras terkendala oleh konversi penggunaan lahan dari sawah ke non sawah sehingga diperlukan perluasan areal tanam. Perluasan areal tanam padi diarahkan ke luar pulau Jawa, pada lahan suboptimal dengan agroekosistem lahan kering masam dan rawa. Pada tahun 2015 dilakukan 2 unit penelitian lapangan pembukaan lahan sawah bukaan baru periode 2-4 tahun dan >4 tahun yaitu lahan rawa reaksi agak basa di Desa Kleseleon Kab. Malaka, Prov. Nusa Tenggara Timur. Tujuan penelitian untuk mengetahui produktivitas air, serapan hara, dan dinamika pH dan Eh dalam kaitannya dengan pertumbuhan dan produksi gabah.

Perlakuan yang diuji disusun berdasarkan rancangan acak kelompok (RAK) yang diulang 3 kali. Petak yang digunakan berukuran 5m x 5m. Pengelolaan lahan berbasis pada pengelolaan air dengan cara mengatur tinggi dan sistem genangan, penggunaan pupuk NPK tunggal, NPK majemuk, kompos 2 t/ha (jerami dicampur dekomposer), pupuk hayati (Agrimeth). Padi sawah varietas Ciherang ditanam dengan jarak 25 cm x 25 cm, 3-4 batang/lubang tanam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lahan bukaan baru 2-4 tahun, genangan 3 cm terus menerus pola pH cenderung menurun dari awal pertumbuhan padi sampai siap panen, pola Eh tinggi diawal tanam, menurun sampai umur padi 56 HST, kemudian meningkat sampai padi siap panen. Pemberian pupuk NPK anorganik hanya merubah pola Eh yang meningkat sampai umur padi 42 HST, kemudian menurun sampai padi siap panen. Sistem penggenangan *intermittent* merubah pola pH dan Eh yang tinggi di awal tanam, menurun sampai umur padi 77 HST, sedikit meningkat sampai padi siap panen. Produksi gabah kering giling (GKG) dari setiap perlakuan yang diujikan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (Tabel 3). Pemberian pupuk NPK setara dengan rekomendasi memberikan perbedaan yang nyata terhadap kontrol, sedangkan pemberian kompos jerami padi 2 t/ha dan *biofertilizer* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Produksi GKG tertinggi diperoleh pada perlakuan pemupukan NPK rekomendasi kombinasi dengan kompos jerami padi 2 t/ha sebanyak 5,07 t GKG/ha, berbeda nyata terhadap kontrol, *biofertilizer*, dan pengurangan dosis NPK 0,5 dan 0,75 dosis rekomendasi (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh tinggi genangan air terhadap berat gabah kering giling (GKG) pada sawah bukaan baru 2 – 4 tahun di Desa Kleseleon, Kab. Malaka 2015

No	Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
		I	II	III	
------(t GKG/ha)-----					
1	Kontrol	3,92	3,14	3,67	3,58 a
2	T-0(NPK rekom)	5,18	5,10	4,72	5,00 b
3	T-1(NPK rekom + biofert)	4,66	3,93	2,10	3,56 a
4	T-2(NPK rekom + biofert + kompos)	4,04	4,72	3,41	4,06 ab
5	T-3(0,75 NPK rekom+biofert+kompos)	2,59	2,62	4,72	3,31 a
6	T-4(0,5 NPK rekom+biofert+kompos)	2,85	3,05	4,19	3,36 a
7	T-5 (NPK rekom + kompos)	4,14	5,57	5,50	5,07 b
8	T-6 (Intermitten 2-1 + NPK rekom)	3,63	4,46	4,62	4,24 ab
9	T-7 (Intermitten 1-1 + NPK rekom)	4,14	4,62	4,72	4,49 ab
10	T-8 (Macak-macak + NPK rekom)	4,14	3,93	4,19	4,09 ab

Perlakuan tinggi genangan 3 cm kombinasi dengan sistem *intermittent* meningkatkan kebutuhan air. Pada sistem *intermittent* 1 minggu basah – 1 minggu kering, kebutuhan air sebanyak 0,898 liter, pada sistem *intermittent* 2 minggu basah - 1

minggu kering membutuhkan air sebanyak 0,635 l untuk menghasilkan 1 g gabah. Aplikasi pengairan sawah bukaan baru 2-4 tahun dengan sistem macak-macak membutuhkan air sebanyak 2,445 l untuk menghasilkan 1 g gabah (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh tinggi genangan air terhadap produktivitas air pada sawah bukaan baru 2 – 4 tahun di Desa Kleseleon, Kabupaten Malaka 2015.

Perlakuan	Produktivitas air (g/l)
Kontrol	0.389
T-0 (NPK rekom)	0.535
T-1 (NPK rekom + <i>biofertilizer</i>)	0.388
T-2 (NPK rekom + <i>biofertilizer</i> + kompos)	0.441
T-3 (0,75 NPK rekom + <i>biofertilizer</i> + kompos)	0.359
T-4 (0,5 NPK rekkom + <i>biofertilizer</i> + kompos)	0.366
T-5 (NPK rekom + kompos)	0.553
T-6 (Intermitten 2-1 + NPK rekom)	0.635
T-7 (Intermitten 1-1 + NPK rekom)	0.898
T-8 (Macak-macak + NPK rekom)	2.445

Kalium dibutuhkan paling banyak dibandingkan dengan N dan P karena produksi jerami kering relatif tinggi dibandingkan dengan produksi gabah, selain kadar hara K pada jerami lebih tinggi dari pada gabah (Tabel 5).

Perlakuan pupuk anorganik NPK dosis rekomendasi (urea 300 kg, SP-36 50 kg, dan KCl 75 kg/ha) menyerap unsur nitrogen tertinggi sebanyak 140,31 kg, fosfat 24,61 kg, dan kalium 168,77 kg/ha. Perlakuan pupuk

anorganik NPK kombinasi dengan *biofertilizer* Agrimeth menyerap nitrogen terendah sebanyak

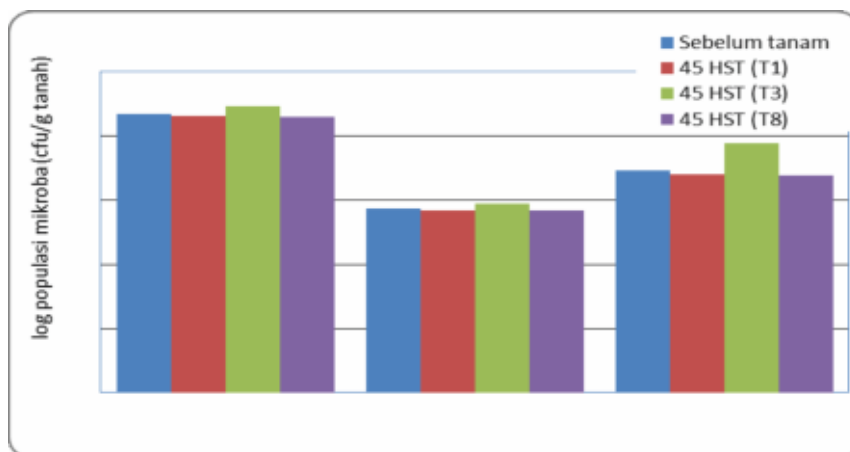
77,19 kg, fosfat sebanyak 10,96 kg, dan kalium sebanyak 75,59 kg/ha.

Tabel 5. Bobot hara NPK yang diserap padi sawah bukaan baru 2-4 tahun di Desa Kleseleon, Kabupaten Malaka, NTT

Perlakuan	Jumlah unsur yang diserap		
	N	P	K
	-----kg/ha-----		
Kontrol	104.10	25.87	125.09
T-0 (NPK rekom)	115.79	21.65	123.20
T-1 (NPK rekom + <i>biofertilizer</i>)	77.19	10.96	75.59
T-2 (NPK rekom + <i>biofertilizer</i> + kompos)	94.45	17.14	105.05
T-3 (0,75 NPK rekom + <i>biofertilizer</i> + kompos)	111.58	17.13	145.38
T-4 (0,5 NPK rekkom + <i>biofertilizer</i> + kompos)	116.87	20.55	178.09
T-5 (NPK rekom + kompos)	140.31	24.61	168.77
T-6 (Intermitten 2-1 + NPK rekom)	112.60	23.14	142.03
T-7 (Intermitten 1-1 + NPK rekom)	121.44	20.24	153.59
T-8 (Macak-macak + NPK rekom)	77.78	15.21	78.96

Pengamatan terhadap mikroba tanah menunjukkan mikroba pelarut P populasinya lebih tinggi dari pada bakteri penambat N non

symbiotic. Hal ini sejalan dengan kadar unsur hara fosfat yang statusnya tinggi di lokasi penelitian (Gambar 6).



Gambar 6. Jumlah populasi total mikroba, total bakteri penambat N₂ non simbiotik dan total mikroba pelarut P sebelum tanam dan 45 HST, pada sawah bukaan baru 2 – 4 tahun di desa Kleseleon, NTT

Penelitian sawah bukaan baru >4 tahun memperlihatkan pola pH dan Eh yang berbeda dengan sawah bukaan baru 2-4 tahun. Pemberian pupuk majemuk NPK anorganik (Phonska) 15:15:15 sebanyak 200 kg/ha pada perlakuan petani menyebabkan pola pH yang

meningkat sampai umur padi 56 HST, kemudian menurun sampai padi siap dipanen. Mirip dengan perlakuan petani, pemberian pupuk anorganik NPK rekomendasi menunjukkan pola pH meningkat sampai umur padi sawah 70 HST, diikuti dengan penurunan pH sampai padi siap

dipanen. Nilai Eh menunjukkan pola yang berlawanan dengan pH dengan nilai yang menurun sampai umur padi sawah 50 HST, kemudian meningkat sampai padi siap dipanen.

Pemberian pupuk NPK sampai dosis rekomendasi (berdasarkan PUTS) berpengaruh nyata meningkatkan gabah kering giling (GKG),

sedangkan 1-2 ton kompos jerami padi dan pupuk hayati Agrimeth belum berpengaruh nyata (Tabel 6). Produksi terendah diperoleh pada perlakuan pemupukan NPK 0,75 dosis rekomendasi dalam 2 kali pemberian kombinasi dengan 1 t kompos jerami padi/ha sebanyak 3,29 t GKG/ha.

Tabel 6. Pengaruh perlakuan terhadap berat gabah kering giling (GKG) pada sawah bukaan baru di Desa Kleseleon, Kab. Malaka, tahun 2015.

No	Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
		I	II	III	
-----t GKG/ha-----					
1	<i>Farmer's practice</i> (FP)	5,08	3,39	4,52	4,33 abc*
2	FP + 1,0 BO	5,08	5,64	4,52	5,08 abc
3	FP + 1,0 BO + <i>biofert</i>	4,52	5,64	5,08	4,99 abc
4	T-0 (2xNPK rekom)	4,52	3,95	5,08	4,52 abc
5	T-1 (2xNPK rekom + <i>biofert</i>)	5,08	5,08	3,39	4,52 abc
6	T-2 (3xNPK rekom)	10,72	4,23	4,52	6,49 bc
7	T-3 (2xNPK rekom + BO)	4,23	6,95	9,03	6,74 c
8	T-4(3xNPK rekom + BO)	5,64	5,08	4,80	5,17 abc
9	T-5 (2x0,75NPK rekom + 0,5 BO)	3,1	4,52	2,26	3,29 a
10	T-6 (2x0,75NPK rekom+0,5BO+ <i>biofert</i>)	4,52	2,26	3,82	3,53 a
11	T-7 (2x0,75NPK rekom + 1,0 BO)	3,95	4,67	5,08	4,57 abc
12	T-8 (2x0,75NPK rekom + 1,5 BO)	8,47	3,82	5,82	6,04 abc

*) Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata 5% DMRT

Pemberian pupuk NPK anorganik dosis 0,75 rekomendasi dalam 2 kali pemberian kombinasi dengan ½ dosis kompos dan pupuk hayati Agrimeth (T-6) memerlukan air terendah untuk menghasilkan 1 g gabah sebanyak 0,228 l, diikuti oleh pemberian pupuk NPK anorganik dosis dan frekuensi pemberian yang sama kombinasi dengan ½ dosis kompos, memerlukan air sebanyak 0,235 l untuk menghasilkan 1 g gabah (Tabel 7).

Tabel 7. Produktivitas air irigasi sawah bukaan baru >4 tahun di Desa Kleseleon Kab. Malaka, NTT

Perlakuan	Produktivitas air (g/l)
<i>Farmer's practice</i>	0,309
FP + 1,0 BO	0,363
FP + 1,0 BO + <i>biofert</i>	0,356
T-0 (2 x NPK rekom)	0,323
T-1 (2 x NPK rekom + <i>biofert</i>)	0,323
T-2 (3 x NPK rekom)	0,464
T-3 (2 x NPK rekom + BO)	0,410
T-4 (3 x NPK rekom + BO_	0,370
T-5 (2 x 0,75 NPK rekom + 0,5 BO)	0,235
T-6 (2 x 0,75 NPK rekom + 0,5 BO + <i>biofert</i>)	0,228
T-7 (2 x 0,75 NPK rekom + 1,0 BO)	0,302
T-8 (2 x 0,75 NPK rekom + 1,5 BO)	0,336

Pemberian pupuk NPK anorganik yang diaplikasikan sebanyak 2 kali (T-0) menyerap unsur hara NPK terendah masing-masing sebanyak 102,13 kg; 25,34 kg; dan 129,13 kg. Berlawanan dengan perlakuan T-0, pemberian pupuk NPK anorganik pada dosis dan aplikasi

yang sama dikombinasikan dengan pupuk hayati Agrimeth (T-1) menyerap unsur hara NPK tertinggi masing-masing sebanyak 150,62 kg; 45,18 kg; dan 181,99 kg.

2.4. Teknologi Bioremediasi Residu Herbisida di Lahan Sawah Menggunakan Mikroba Tanah

Penggunaan pestisida di Indonesia cukup memprihatinkan, karena pemahaman petani tentang penggunaan pestisida keliru. Petani menggunakan pestisida secara terus menerus dan dengan dosis yang berlebih. Hal ini justru dapat menyebabkan ledakan hama penyakit dan meningkatkan residu pestisida. Petani di Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan menggunakan herbisida dosis tinggi untuk mematikan gulma dan sisa-sisa tanaman padi setelah panen. Alasannya adalah lahan sawah langsung digunakan untuk musim tanam berikutnya. Hal ini menyebabkan herbisida terakumulasi di dalam tanah yang dapat menyebabkan menurunnya kesehatan tanah.

Herbisida merupakan jenis pestisida yang paling tinggi menyebabkan pencemaran setelah insektisida. Bahan aktif yang banyak digunakan dalam herbisida adalah glifosat dan paraquat. Herbisida glifosat termasuk kelompok turunan *glisin* dan kategori bahaya III. Paraquat termasuk dalam kelompok *bipiridilium* dan kategori bahaya II. Studi mengenai bioremediasi herbisida pada lahan sawah di Indonesia masih terbatas. Bioremediasi adalah salah satu teknik remediasi ramah lingkungan dengan menggunakan mikroba sebagai agen bioremediasi.

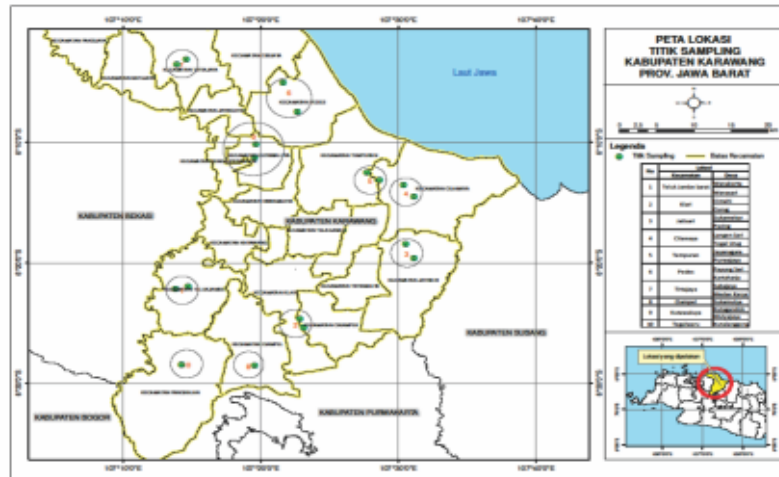
Penelitian bioremediasi dilakukan bertujuan untuk a) mengisolasi mikroba

pendegradasi residu herbisida glifosat dan paraquat dari rizosfir tanaman padi; b) menapis mikroba potensial pendegradasi residu herbisida (glifosat dan paraquat); c) mengkarakterisasi secara morfologi, kimia, dan molekuler isolat mikroba potensial; d) mengukur efektivitas bioremediasi mikroba potensial dalam skala laboratorium.

Sampel tanah, sebagai sumber isolat mikroba berpotensi agen bioremediasi diambil dari Kab. Karawang di 10 kecamatan, masing-masing kecamatan diwakili 1-2 desa (Gambar 7). Analisis dilakukan terhadap kandungan residu herbisida glifosat dan parakuatnya. Hasil analisis residu herbisida glifosat di tanah sawah Kab. Karawang berkisar 0 (tidak dapat dideteksi) sampai dengan 0,559 ppm, sedangkan parakuat berkisar 0–0,199 ppm. Desa Sabajaya dan Medankarya yang berada di Kec. Tirtajaya mempunyai residu glifosat yang paling tinggi, berturut-turut 0,559 dan 0,213 ppm. Desa Sukamulya, Mulyajaya, Kartaharja, dan Pacing mempunyai residu herbisida glifosat yang cukup tinggi, berturut-turut 0,212; 0,202; 0,186; dan 0,183 ppm. Desa Payungsari, Kartaharja, Purwajaya, Mulyajaya, dan Medankarya memiliki residu herbisida parakuat yang cukup tinggi, berturut-turut 0,199; 0,121; 0,116; 0,114; dan 0,103 ppm (Tabel 8).

Konsentrasi residu herbisida glifosat pada tahun 2003, di lahan sawah Jawa Barat sebesar 0,0009-0,0012 ppm. Pengamatan di Kab. Karawang tahun 2015, konsentrasi herbisida glifosat mencapai 0,559 ppm, sedangkan residu herbisida paraquat 0,0016-

0,0025 ppm naik menjadi 0,199 ppm. Peningkatan residu herbisida ini perlu ditanggulangi sejak dini mengingat efek toksik yang ditimbulkan oleh bahan aktif yang terkandung di dalamnya.



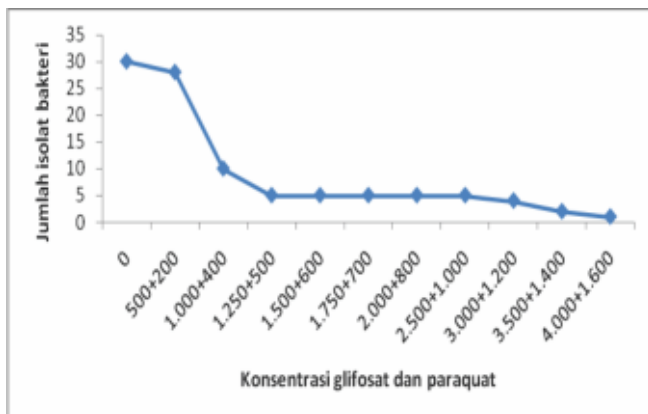
Gambar 7. Peta lokasi titik *sampling* tanah di Kab. Karawang sebagai sumber inokulan yang berpotensi sebagai agen bioremediasi residu herbisida.

Tabel 8. Residu herbisida glifosat dan paraquat pada contoh tanah sawah di Kab. Karawang

No.	Kecamatan	Desa	Glifosat		Paraquat	
		ppm.....			
1	Teluk Jambe Barat	Wanasari	0,002		0,027	
2.	Teluk Jambe Barat	Wanakerta	0,141		Ttd	
3.	Klari	Curug	0,150		Ttd	
4.	Jatisari	Sukamekar	0,054		0,047	
5.	Jatisari	Pacing	0,183		0,006	
6.	Cilamaya	Tegalurug	0,110		0,083	
7.	Cilamaya	Langensari	0,154		Ttd	
8.	Tempuran	Jayanagara	Ttd		Ttd	
9.	Tempuran	Purwajaya	Ttd		0,116	
10.	Pedes	Payungsari	0,103		0,199	
11.	Pedes	Kartaharja	0,186		0,121	
12.	Tirtajaya	Sabajaya	0,559		0,022	
13.	Tirtajaya	Medankarya	0,213		0,103	
14.	Ciampel	Mulyasejati	ttd		0,026	
15.	Ciampel	Sukamulya	0,212		Ttd	
16.	Kutawaluya	Kutagandok	0,041		0,078	
17.	Tegalwaru	Kutalanggeng	0,098		0,024	
18.	Tegalwaru	Mulyajaya	0,202		0,114	

Ttd : tidak terdeteksi

Sebanyak 30 isolat bakteri berhasil diisolasi, selanjutnya diskriminasi dalam NA+glifosat konsentrasi 0-4000 ppm dan paraquat konsentrasi 0-1600 ppm. Jumlah isolat bakteri semakin sedikit dengan meningkatnya konsentrasi herbisida glifosat dan paraquat yang ditambahkan dalam media pertumbuhan. Tiga isolat bakteri resisten herbisida glifosat dan paraquat yang bertahan hidup sampai konsentrasi herbisida glifosat 3500 ppm+paraquat 1400 ppm yaitu isolat 4,2; 1,2; dan 6,1. Pada konsentrasi herbisida glifosat yang lebih tinggi yaitu 4000 ppm+ paraquat 1600 ppm hanya 1 isolat yang bertahan hidup yaitu isolat bakteri 4,2, sehingga isolat 4,2; 1,2; dan 6,1 (Gambar 8). Ketiga isolat bakteri tersebut diidentifikasi berdasarkan uji biokimia menggunakan sistem Biolog IF-A *Microplate* sebagai *Ensifermeliloti* dengan probabilitas berturut-turut 0,992; 0,963; dan 0,562. Identifikasi juga dilakukan berdasarkan sekuen DNA menggunakan 16S dan diperoleh spesies yang sama, diidentifikasi sebagai *Ensifermeliloti*.



Gambar 8. Skrining isolat bakteri yang berpotensi sebagai agen bioremediasi residu herbisida glifosat dan paraquat yang diisolasi dari rizosfir padi sawah.

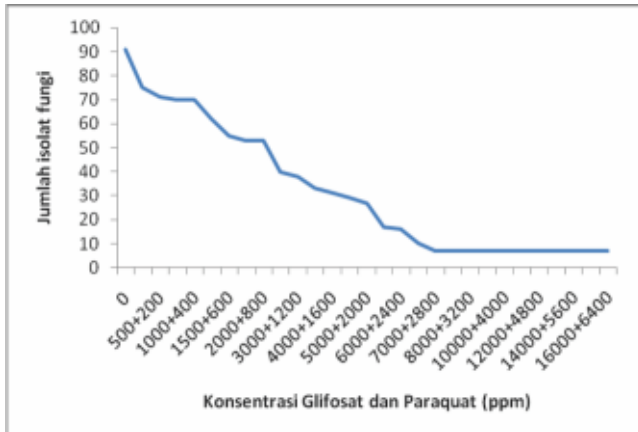
Ketiga bakteri potensial tersebut diuji efektivitasnya dalam mereduksi herbisida

glifosat dan paraquat. Ketiga bakteri (isolat 4,2; 1,2; dan 6,1) ditumbuhkan dalam media cair *Nutrient Broth*+konsentrasi glifosat/paraquat. Konsentrasi glifosat yang digunakan 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm, sedangkan paraquat 0,4 ppm; 0,8 ppm; dan 1,2 ppm. Pengamatan reduksi herbisida pada 4 dan 7 hari setelah inokulasi (HSI). Ketiga bakteri dapat mengurangi konsentrasi herbisida glifosat sekitar 99% pada pengamatan 4 hari setelah inkubasi (HSI). Untuk herbisida paraquat, isolat 4,2 dapat mengurangi konsentrasi herbisida sekitar 96-98%, sedang isolat 1,2 mengurangi 94-96% pada pengamatan 4 HSI, dan pada pengamatan 7 HSI sebesar 97%.

Sebanyak 91 isolat fungi berhasil diisolasi dan dimurnikan, kemudian diskriminasi dalam PDA+herbisida glifosat (0-16.000 ppm) dan paraquat (0-6.600 ppm), hasilnya diperoleh 7 isolat fungi potensial yang dapat tumbuh pada herbisida konsentrasi glifosat 16.000 ppm+paraquat 6.600 ppm yaitu isolat 3,3, 4,2; 8,3; 9,4; 10,3; 11,1; dan 12,1. Ketujuh isolat fungi diidentifikasi berdasarkan uji biokimia menggunakan sistem Biolog FF *Microplate* sebagai *Aspergillus flavus* dengan probabilitas berturut-turut 1,0; 1,0; 0,995; 0,996; 1,0; 1,0; dan 1,0 untuk isolat 3,3, 4,2, 8,3, 9,4; 10,3; 11,1; dan 12,1. Dari hasil analisis aktivitas metabolit menggunakan sistem Biolog, dipilih 3 fungi yang akan digunakan dalam uji selanjutnya yaitu isolat 10,3; 8,3; dan 3,3. Identifikasi ketiga cendawan tersebut secara molekuler yaitu sekuen DNA pada daerah ITS rDNA memberikan hasil yang sama dan sesuai dengan identifikasi morfologi (Gambar 9).

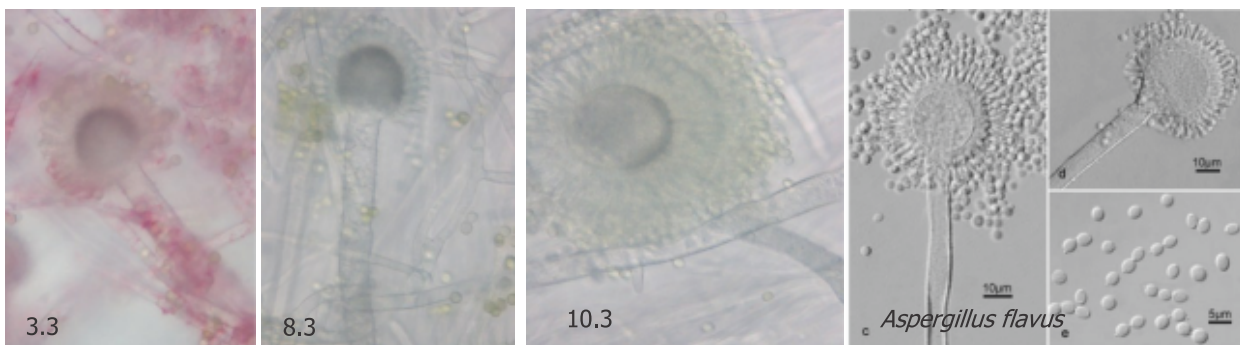
Cendawan potensial yang diperoleh diuji kemampuannya untuk mereduksi senyawa aktif herbisida glifosat dan paraquat. Ketiga fungi

(isolat 10,3; 8,3; dan 3,3) ditumbuhkan dalam media cair *Potato Dextrose Broth* +masing-masing glifosat 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm, serta paraquat 0,4 ppm, 0,8 ppm, dan 1,2 ppm. Ketiga fungi dapat mengurangi konsentrasi herbisida glifosat sekitar 99% pada pengamatan 4 hsi, sedangkan herbisida paraquat dapat dikurangi sekitar 94-97%, meningkat menjadi 98% pada pengamatan 7 his.



Gambar 9. Skrining isolat fungi yang berpotensi sebagai agen bioremediasi residu herbisida glifosat dan paraquat yang diisolasi dari rizosfir padi sawah.

Berdasarkan hasil tersebut, mikroba yang diperoleh yaitu bakteri isolat 4,2; 1,2; dan 6,1 yang diidentifikasi sebagai *Ensifer meliloti* dan fungi isolat 10,3; 8,3; dan 3,3 yang diidentifikasi sebagai *Aspergillus flavus* berpotensi sebagai agen hayati bioremediasi untuk memperbaiki lahan sawah yang tercemar residu herbisida glifosat dan paraquat. Penggunaan mikroba sebagai agen bioremediasi diyakini merupakan teknologi yang ramah lingkungan. Selain itu, pertumbuhan mikroba cepat dan dapat dioptimasi melalui perlakuan kebutuhan primernya dalam media pertumbuhan



Gambar 10. Karakteristik morfologi isolat fungi potensial, isolat 3,3; 8,3; dan 10,3 sebagai agen pereduksi residu herbisida glifosat dan paraquat, dan referensi *Aspergillus flavus*.

2.5 Teknologi Pengelolaan Lahan untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Efisiensi Irigasi.

Pengelolaan hara tanaman terpadu dilaksanakan dalam rangka peningkatan produksi sekaligus meningkatkan kesuburan tanah, efisiensi penggunaan pupuk, dan melestarikan

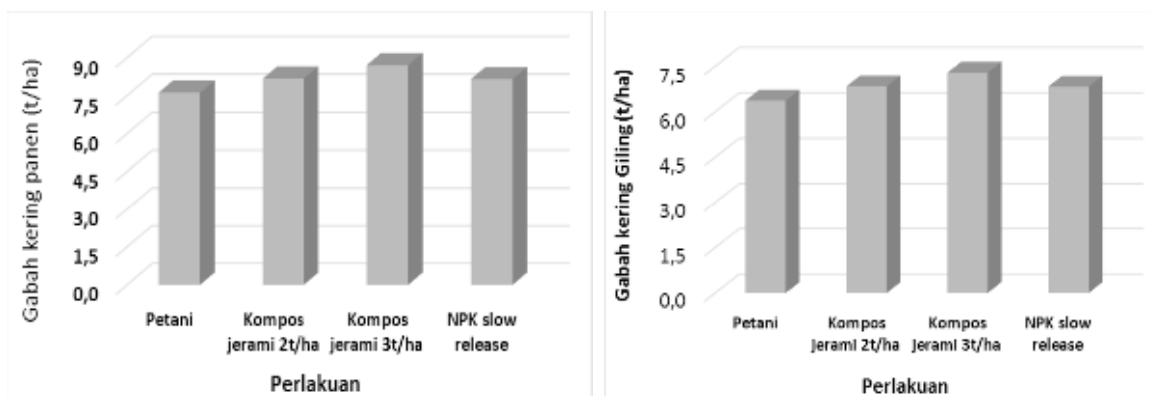
lingkungan. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi padi adalah melalui pengelolaan hara tanaman terpadu dan air irigasi. Pemupukan berimbang spesifik lokasi

telah meningkatkan baik hasil padi secara signifikan maupun efisiensi penggunaan pupuk. Pengembalian jerami, kompos jerami, kompos yang diperkaya dapat meningkatkan produksi padi dan kesuburan tanah. Hasil kegiatan tahun sebelumnya (2014) di lokasi yang sama menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah lahan sawah di Kabupaten Lombok Barat tergolong sedang dengan faktor pembatas kapas tukar kation (KTK) (5-17 cmol(+)/kg), C-organik tanah (1-2%), dan N total tanah (0,1-0,2%).

Kegiatan yang telah dilaksanakan meliputi (1) Percobaan lapang dengan penerapan teknologi pengelolaan hara tanaman terpadu dan (2) temu lapang. Penelitian lapang terdiri atas 4 perlakuan pupuk, yaitu: (a) cara petani, (b) pengelolaan hara berdasarkan uji tanah (PHUT) (dosis N berdasarkan produktivitas dan BWD, P dan K sesuai status hara tanah, kompos jerami/pukan 2 t/ha), (c) PHUT Plus (PHUT+ Input) untuk mengatasi faktor pembatas: dosis kompos jerami ditingkatkan menjadi 3 t/ha, cara pemupukan N (urea) tergantung tekstur tanah

dan dosisnya mempertimbangkan produktivitas), dan (d) Pemupukan majemuk NPK *slow release* tanpa kompos. Perlakuan tersebut diulang dan disebar di 3 lokasi/*site* yang berbeda dengan jarak 1 km. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan 3 ulangan, dengan luasan 1000 m²/blok. Penelitian teknologi pemupukan juga dilakukan untuk acara temu lapang di sekitar lokasi penelitian.

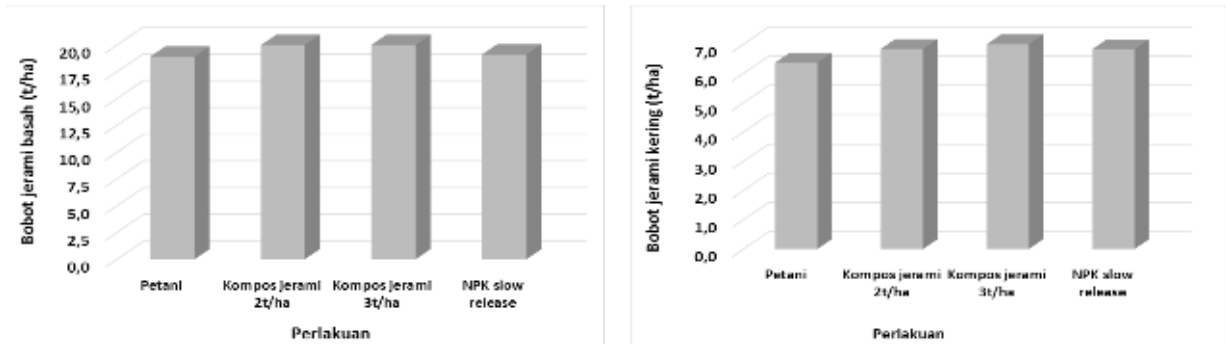
Hasil penelitian (2015) menunjukkan bahwa perlakuan petani menghasilkan 7,6 t gabah kering panen (GKG)/ha meningkat sebesar 8,2 t GKG/ha dengan pemberian kompos jerami 2 t/ha dan meningkat menjadi 8,7 t GKG /ha dengan pemberian 3 t kompos jerami/ha. Perlakuan pemupukan NPK *slow release* menghasilkan 8,2 t GKG/ha setara dengan perlakuan pemberian kompos jerami 2t/ha (Gambar 11). Pemberian kompos jerami 3 t/ha menghasilkan 6,4 - 7,3 t GKG/ha, hasil GKG terendah pada perlakuan petani sebesar 6,4 t/ha.



Gambar 11. Hasil gabah kering panen dan gabah kering giling penelitian teknologi pengelolaan hara terpadu.

Hasil biomas jerami basah dan jerami kering sebagai respon terhadap penelitian teknologi pengelolaan jerami disajikan pada Gambar 12. Perlakuan pemberian kompos jerami 3 t/ha menghasilkan biomas jerami basah dan jerami kering masing-masing 20,7 t/ha dan 7,6 t/ha; hasil tersebut lebih tinggi dari

perlakuan petani dan pemupukan NPK *slow release*. Pemberian kompos jerami 2 t/ha menghasilkan biomas jerami kering setara dengan pemberian NPK *slow release* masing-masing 6,8 t/ha. Bobot biomas jerami basah dan jerami kering terendah diperoleh pada perlakuan petani masing-masing 18,9 t/ha dan 6,4 t/ha.



Gambar 12. Hasil bobot jerami basah dan kering pada lahan petani di Kab. Lombok Barat, Prov.i NTB

Kegiatan temu lapang dilaksanakan dengan kelompok tani di lokasi demplot. Kegiatan temu lapang dilakukan di dalam ruangan dan di lapang dengan tujuan

pengenalan kepada tani tentang terutama tentang tata cara pengelolaan bahan organik yang baik, demonstrasi perangkat uji (Gambar 13-14)



Gambar 13. Temu lapang dalam rangka bimbingan teknis pemupukan berimbang dan praktek penggunaan PUTS kepada anggota kelompok tani di Lampung



Gambar 14. Temu lapang dengan kelompok tani dan PPL di lokasi demplot di Kabupaten Lampung Tengah

Pengelolaan Lahan Kering



3.1 Teknologi Olah Tanah Konservasi dan Rotasi Tanaman Pangan

Peningkatan kandungan karbon terhumifikasi yang stabil dan tidak lagi terdekomposisi di dalam tanah merupakan salah satu tujuan penelitian ini. Penerapan olah tanah konservasi bersamaan dengan dilakukannya pengelolaan bahan organik agar nantinya kandungan karbon tersisa di dalam tanah tetap tinggi. Pengolahan tanah dan pengembalian bahan organik ke dalam lahan pertanian sering dijadikan alat pengukur peningkatan sequestrasi karbon pada lahan pertanian dan sebagai salah satu indikator pengelolaan lahan yang adaptif terhadap perubahan iklim (Gambar 15).

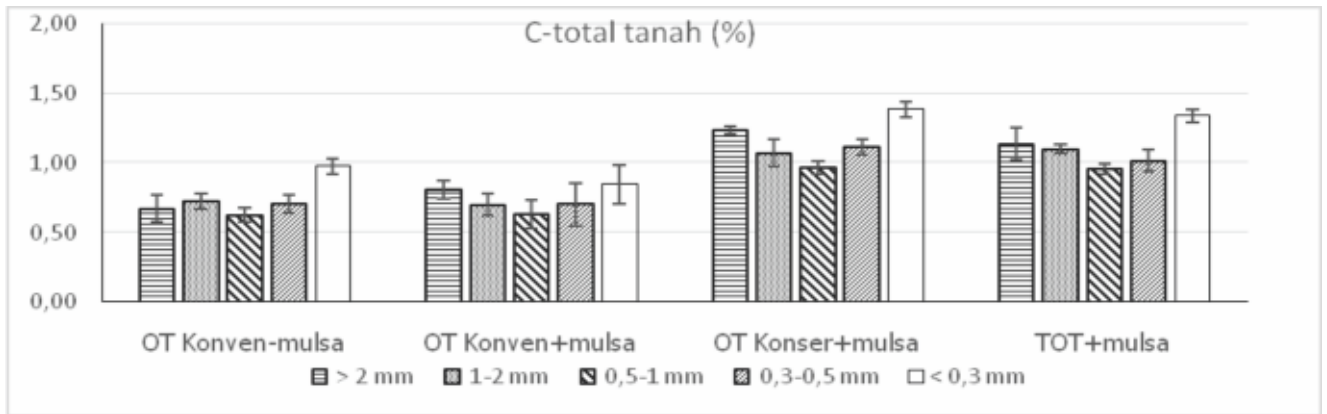
Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah satu musim tanam jagung terjadi perubahan sifat fisik tanah: Nilai *Bulk Density* (BD) paling tinggi pada aplikasi olah tanah konvensional tanpa mulsa yaitu $1,22 \text{ g/cm}^3$, sedangkan pada perlakuan olah tanah lainnya $< 1,00 \text{ g/cm}^3$. Aplikasi olah tanah konservasi mampu mempertahankan proporsi agregat tahan air (WSA) (80,72-85,97%) dan jika sebaliknya tanah diolah sempurna maka proporsi WSA lebih rendah yaitu 49,95-55,64%. Pengolahan tanah sempurna mengekspose karbon yang tadinya terlindungi dalam agregat menjadi mudah terdekomposisi, karbon pada

agregat mikro ($< 3 \text{ mm}$) atau karbon terhumifikasi relatif lebih tinggi karena stabil. Kandungan C-total pada olah tanah konvensional berkisar 0,63-0,98% (tanpa mulsa) dan 0,63-0,84% (dengan mulsa), pada ukuran agregat besar ($> 2\text{mm}$) masing-masing 0,81% dan 0,61%. Pengolahan tanah secara konservasi dan tanpa olah tanah mampu melindungi karbon tanah yang berada dalam agregat tanah, sehingga kandungan karbon tanah dapat dipertahankan berada pada kisaran 0,97-1,39% (olah tanah konservasi+ mulsa) dan 0,96-1,34% (tanpa olah tanah+mulsa). Karbon tanah umumnya terakumulasi pada ukuran agregat besar ($>2 \text{ mm}$) dan agregat mikro ($< 0,3 \text{ mm}$) (Gambar 16)

Aplikasi olah tanah konservasi menghasilkan jagung 5,32-5,36 t pipilan kering/ha, pada olah tanah konvensional sekitar 3,43 t/ha (tanpa mulsa) dan 5,41 t/ha (dengan mulsa). Biomass basah yang dapat dikembalikan ke tanah cukup tinggi yaitu 6,59-6,85 t/ha (olah tanah konservasi), 6,91 t/ha (olah tanah konvensional+mulsa), sedangkan dari olah tanah konvensional tanpa mulsa hanya menghasilkan 5,14 t/ha



Gambar 15. Pertumbuhan jagung dengan aplikasi olah tanah konservasi pada lahan kering di KP Taman Bogo, Kab. Lampung Timur. 2015



Gambar 16. Kandungan C-total tanah pada berbagai ukuran agregat tanah pada aplikasi olah tanah konservasi pada pertanaman jagung di lahan kering KP Taman Bogo, Kab. Lampung Timur, tahun 2015

3.2 Teknik Pengelolaan Lahan Kering Masam Rendah Karbon

Sistem budi daya pertanian lahan kering tanpa menerapkan kaidah konservasi tanah dan air, serta prinsip pertanian rendah karbon (*low carbon effiience farming*) dapat menyebabkan penurunan kandungan bahan organik tanah, sifat fisika, kimia dan biologi tanah, serta memicu terjadinya degradasi lahan. Hasil penelitian di KP Taman Bogo, Lampung Timur, yang membandingkan pengaruh beberapa perlakuan terhadap produksi kedelai, serapan karbon biomassa, dan potensi reduksi emisi GRK menunjukkan bahwa perlakuan dolomit (4 t/ha) + NPK rekomendasi (50 kg urea/ha; 100 kg SP 36/ha, dan 100 kg KCl/ha + *biochar* dosis 5 t/ha) menghasilkan bobot biji (2,11 t/ha), batang dan kulit biji (3,44 t/ha), total biomassa 8,71 t/ha, dan serapan karbon mencapai 3,4 t/ha. Hasil tersebut tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 9).

Hasil pengamatan kehilangan karbon dan kecepatan dekomposisi biomassa tanaman menunjukkan bahwa setelah 6 bulan diaplikasikan, biomassa jagung paling cepat terdekomposisi diikuti oleh biomassa jerami padi dan yang paling lama terdekomposisi adalah biomassa kedelai (Gambar 17). Pada bulan pertama setelah aplikasi ke dalam tanah, biomassa jerami padi dan jagung telah terdekomposisi $\geq 50\%$, sedangkan biomassa kedelai terdekomposisi sekitar 31%. Enam bulan setelah aplikasi, biomassa jagung, jerami padi, dan kedelai masing-masing terdekomposisi sebanyak 90,7%, 79,9%, dan 63,8% (Gambar 18)

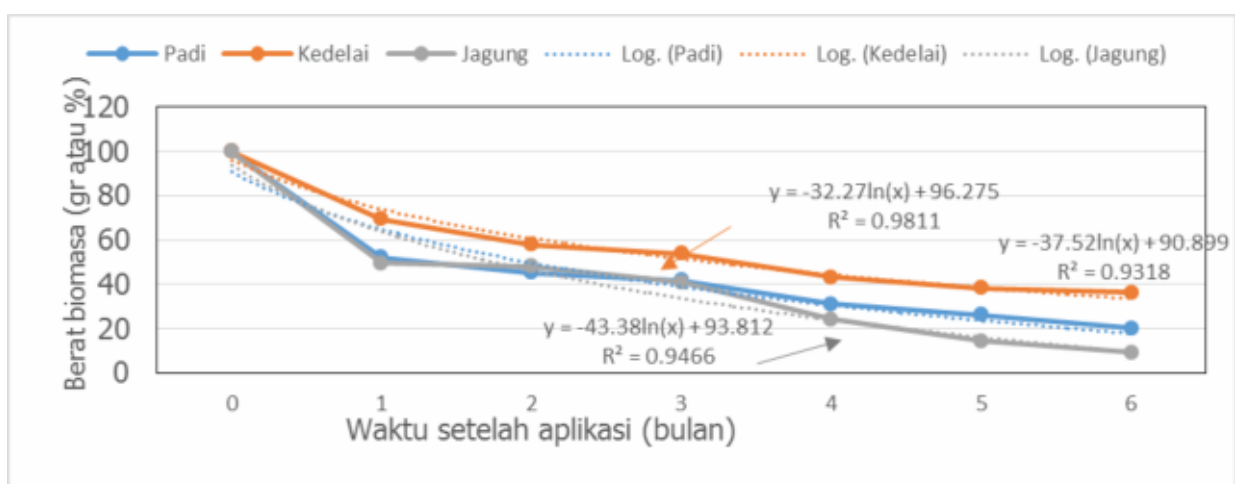


Gambar 17. Keragaan tanaman kedelai varietas Anjasmoro pada umur 52 (minggu ke-8) setelah tanam di KP Taman Bogo, tahun 2015

Tabel 9. Bobot biji, batang + kulit biji, dan total biomassa kering, serta serapan karbon biomassa pada percobaan di KP Taman Bogo, Lampung Timur 2015

Perlakuan	Biji	Batang kulit biji	+ Total biomas	Serapan karbon
Kontrol (dolomit 2 t/ha + 100 kg Ponska/ha + 100 kg urea/ha)	1,51 b *	3,14 b	7,28 b	2,87 b
Dolomit (4 t/ha) + NPK rekomendasi** + pelarut P 250 kg/ha	1,96 a	3,38 ab	8,42 a	3,30 a
Dolomit (4 t/ha) + NPK rekomendasi + pukan (5 t/ha)	1,61 b	3,74 ab	8,23 ab	3,24 ab
Dolomit (4 t/ha) + NPK rekomendasi + biochar 5 t/ha	2,11 a	3,44 a	8,71 a	3,40 a
Dolomit (4 t/ha) + NPK rekomendasi + mulsa jerami 5 t/ha	2,00 a	3,11 ab	7,46 ab	2,89 ab

* Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% menurut Duncan. ** NPK Rekomendasi = 50 kg Urea/ha, 100 kg SP36/ha dan 100 kg KCl/ha



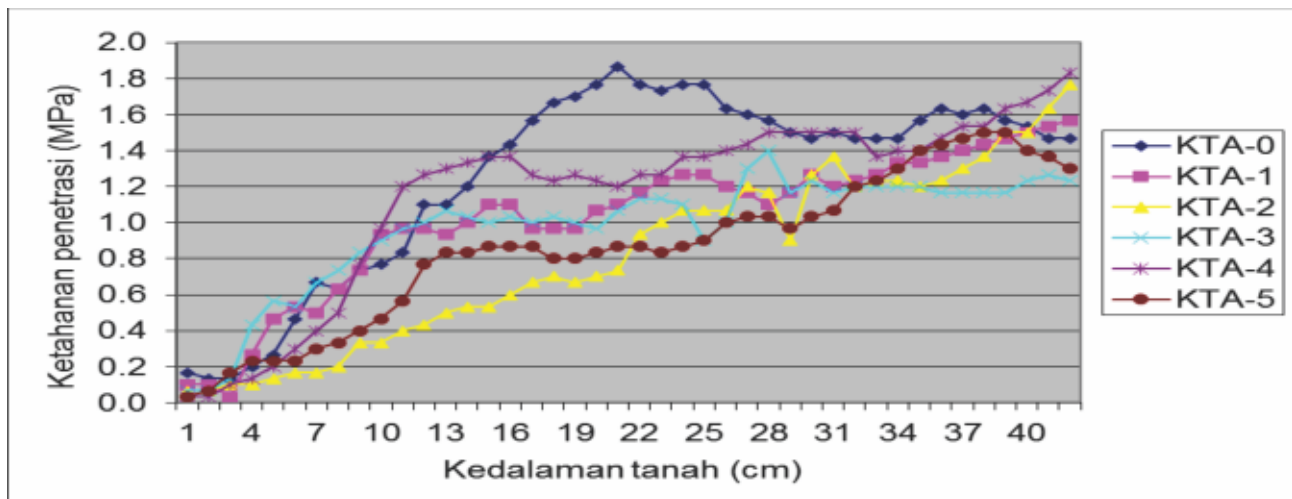
Gambar 18. Bobot kering biomassa jagung, padi, dan kedelai pada berbagai interval waktu proses dekomposisi (sampai 6 bulan setelah diaplikasikan ke dalam tanah) di KP Taman Bogo. 2015

3.3 Teknologi Konservasi Tanah pada Pertanaman Cabai di Dataran Tinggi

Penelitian penerapan teknologi konservasi tanah dilaksanakan di sentra produksi cabai di Desa Karya Mekar, Kec. Pasirwangi, Kab. Garut, Prov. Jawa Barat pada koordinat S= 07°12'52,6" dan E = 107° " pada ketinggian 1544 m di atas permukaan laut (dpl) dengan jenis tanah Andisol dan kemiringan lahan 15 s/d 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik konservasi tidak mengurangi populasi tanaman cabai dan teknik KTA-2 (bedengan

searah kontur + mulsa); dan KTA-4 (Kontrol + mulsa plastik) memberikan tinggi tanaman yang paling baik.

Teknik konservasi tanah (KTA-2, KTA-3, dan KTA-4) meningkatkan ruang pori total (RPT), pori drainase cepat (PDC), permeabilitas, dan *water aggregate stability* (WAS). Teknik konservasi KTA-2 dan KTA-5 memberikan ketahanan penetrasi tanah yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 19).



Gambar 19. Pengaruh teknik konservasi terhadap ketahanan penetrasi tanah di Desa Karya Mekar, Kec. Pasirwangi, Kab. Garut, 2015

Keterangan : KTA-1 = teknik konservasi petani (kontrol); KTA-2 = bedengan searah kontur + mulsa; KTA-3 = teras gulud setiap 5 m panjang lereng; KTA-4 = KTA-1 + mulsa plastik, dan KTA-5 = tanaman searah kontur

Teknik konservasi tanah menurunkan erosi 35 – 70 % dan aliran permukaan sampai < 15 % dari curah hujan. Teknik konservasi yang terbaik menurunkan erosi adalah KTA-2, kemudian KTA- 4, sedangkan yang terbaik

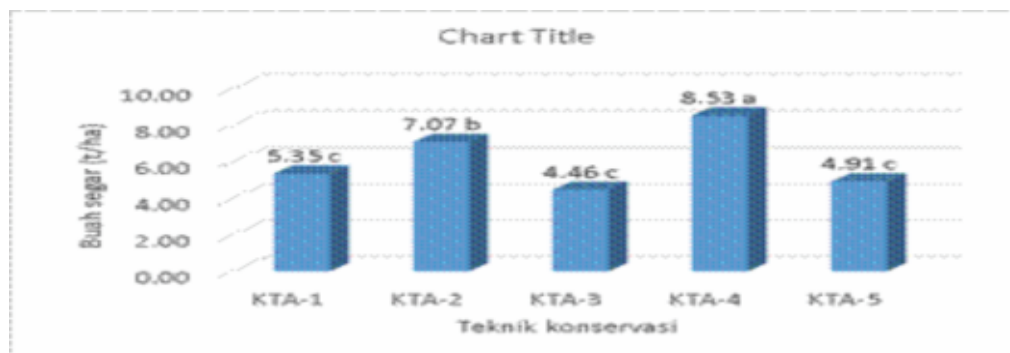
menurunkan aliran permukaan adalah KTA-3, kemudian KTA- 2, dan KTA-5. Nilai CP terbaik adalah teknik konservasi KTA-2 (0,3), kemudian KTA-4 (0,42) (Tabel 10).

Tabel 10. Erosi, aliran permukaan (*run-off*), dan nilai faktor CP setiap perlakuan teknik konservasi di Desa Karya Mekar, Kec. Pasirwangi, Kab. Garut. 2015

Perlakuan	Erosi	Penurunan Erosi	Aliran permukaan		Nilai faktor CP
	t/ha	%	m ³ /ha	% CH	
Tanpa tanaman	126,67 a*	0	1776,31 a	24,2	1,00 a
Teknik konservasi petani (kontrol);	82,87 b	0,35	1264,11 b	17,2	0,65 b
Bedengan searah kontur + mulsa	37,88 d	0,70	836,27 cd	11,4	0,30 d
Teras gulud setiap 5 m panjang lereng	70,11 bc	0,45	692,18 d	9,4	0,55 bc
KTA-1 + mulsa plastik	52,63 c	0,48	1087,39 c	14,8	0,42 c
Tanaman searah kontur	74,44 bc	0,41	730,36 cd	10,0	0,59 b
Curah hujan (mm)			732,9 **		
Hari hujan			26 **		

Keterangan : * Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT, ** selama pertanaman cabai, *tolerable soil loss* (TSL) = 13,46 t/ha,

Teknik konservasi KTA-4 memberikan hasil tanaman yang tertinggi/terbaik (8,53 t/ha) dan berbeda dengan perlakuan lainnya, diikuti oleh teknik konservasi KTA-2 (7,07 t/ha), KTA-1 (5,35 t/ha), KTA-5 (4,91 t/ha), dan KTA-3 (4,46 t/ha) (Gambar 20). Teknik konservasi tanah KTA-2 dan KTA-4 dapat dijadikan alternatif teknik konservasi tanah untuk pertanaman cabai di dataran tinggi.



Gambar 20. Pengaruh perlakuan, teknik konservasi terhadap hasil buah segar cabai di Desa Karya Mekar wangi, kec. Pasi, Kab. Garut. 2015

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada histogram yang berbeda, berbeda pada taraf 5 % DMRT. KTA-1 = teknik Konservasi petani (kontrol); KTA -2 = bedengan searah kontur + mulsa; KTA-3 = teras gulud setiap 5 m panjang lereng; KTA-4 = KTA-1 + mulsa plastik dan KTA-5 = tanaman searah kontur

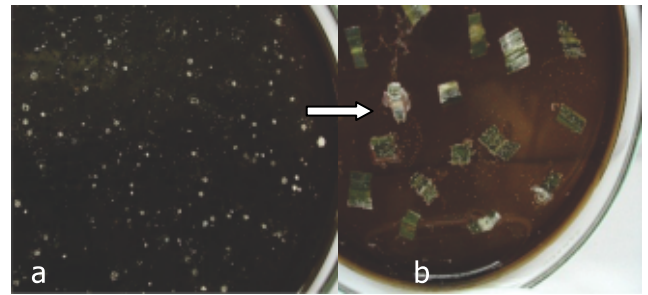
3.4 Aktinomiset Endofit sebagai Pemacu Pertumbuhan dan Pengendali Penyakit pada Tanaman Pangan dan Hortikultura

Sedikit bakteri secara *in vitro* berhasil diaplikasikan di lapangan. Salah satu penyebabnya adalah kurang tepatnya pemilihan prosedur penapisan dalam seleksi bakteri pada kondisi lingkungan yang beragam. Aktinomiset, khususnya *streptomycetes* termasuk prokariot

yang paling bernilai ekonomi dan bioteknologi tinggi, karena dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang beragam seperti antibiotik, agen antitumor, enzim inhibitor, immunomodifier, dan pengendali mikroba patogen (agen hayati).

Aktinomiset endofit diisolasi dari tanaman padi yang tumbuh pada ekosistem yang berbeda. Sampel tanaman padi diperoleh dari Kebun Percobaan Muara Bogor dan lahan pertanian organik di Desa Mekarsari, Kec. Cisayong, Kab. Tasikmalaya. Sampel tanaman padi dipilih yang tumbuh subur dan sehat berumur 30-60 hari setelah tanam.

Isolasi dilakukan dengan menggunakan media *Humic Acid Vitamin* agar, adanya pertumbuhan aktinomiset endofit dapat diamati setelah umur 12 sampai dengan 30 hari. Koloni aktinomiset ditunjukkan oleh koloni yang berbentuk bulat berwarna coklat tua yang berada di lapisan bawah agar, sedangkan yang dari golongan *streptomyces* akan tampak koloni yang berwarna putih dan agak menyebar (Gambar 21).

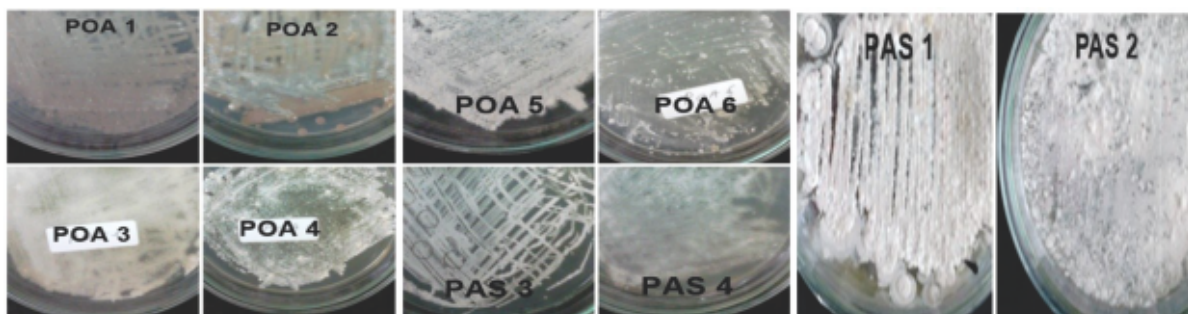


Gambar 21. Koloni aktinomiset pada media *Humic Acid Vitamin* ditunjukkan dengan adanya koloni putih dengan metode *spread plate* (a) dan langsung dari tanaman (b).

Dari hasil isolasi diperoleh sepuluh isolat yang berasal dari padi yang ditanam secara organik dan padi varietas Sintanur. Pemurnian koloni tersebut dilakukan pada media YEMA (*Yeast Malt Ekstrak*) agar memiliki warna yang beragam (Tabel 11). Isolat aktinomiset yang ditumbuhkan pada media *Yeast Starch* Agar tampak pada Gambar 22.

Tabel 11. Keragaman warna pada isolat aktinomiset

Nama Isolat	Asal Isolat	Warna
POA 1	Batang padi organik	Coklat tua
POA 2	Batang padi organik	Coklat
POA 3	Batang padi organik	Coklat muda
POA 4	Batang padi organik	Putih
POA 5	Batang padi organik	Coklat abu
POA 6	Batang padi organik	Coklat putih
PAS 1	Akar padi var. Sintanur organik	Pink
PAS 2	Akar padi var. Sintanur organik	Pink putih
PAS 3	Akar padi var. Sintanur organik	Putih
PAS 4	Akar padi var. Sintanur organik	Coklat putih



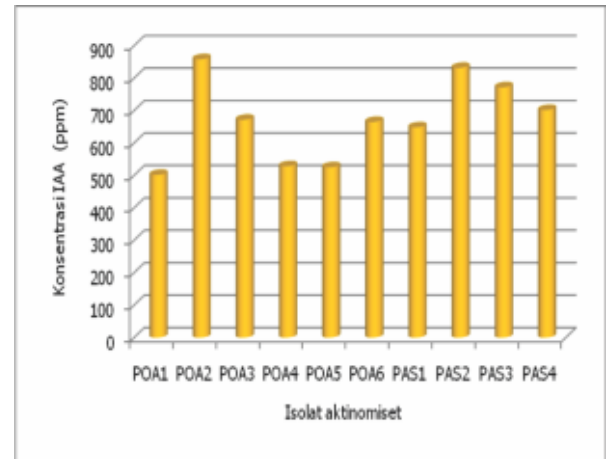
Gambar 22. Isolat aktinomiset pada media *Yeast Starch* Agar

Karakterisasi aktinomiset berdasarkan sifat fungsionalnya meliputi pemacu pertumbuhan tanaman (kemampuan menambat nitrogen bebas, melarutkan fosfat, dan menghasilkan IAA (*Indole Acetic Acid*)). Bakteri diazotrof endofitik hidup dalam jaringan tanaman, seperti jaringan akar atau berada pada buku batang dan pembuluh xilem, sehingga mampu tumbuh pada lingkungan dengan tekanan O_2 yang rendah yang sangat penting bagi aktivitas enzim nitrogenase. Bakteri tersebut dapat mengeksploitasi substrat karbon yang disuplai oleh tanaman tanpa berkompetisi dengan mikroba lain, bakteri diazotrof endofitik selain mampu mengikat N_2 juga mampu mensekresikan hormon pertumbuhan asam indol-3-asetat, dan umumnya tidak menyebabkan penyakit pada tanaman. Isolat aktinomiset yang dapat memfiksasi N adalah POA 1, POA 2, POA 3, POA 4, POA 5, dan POA 6.

Selain mampu memfiksasi N, aktinomiset endofit juga mampu melarutkan fosfat. Kemampuan aktinomiset endofit dalam melarutkan fosfat diuji dengan menggunakan sumber fosfat yang berbeda-beda antara lain dengan media *Pikovskaya* (sumber trikalsium fosfat), *Synthetic Minimum Medium* (SMM) sumber fosfat dari fosfat alam, dan SMM dengan sumber fosfat dari K_2HPO_4 . Isolat aktinomiset yang dapat melarutkan P yaitu isolat yang memiliki zone bening (*halo*), kemampuan melarutkan P tergantung dari jenis isolat dan jenis sumber fosfatnya.

Isolat aktinomiset yang mampu melarutkan P dengan sumber Trikalsium fosfat adalah isolat PAS 1, PAS 2, PAS 3, POA 1 dan POA 2, yang mampu melarutkan P dengan sumber P dari fosfat alam adalah PAS 1, PAS 2, PAS 3, dan PAS 4, sedangkan isolat yang mampu melarutkan P dengan sumber P dari K_2HPO_4 yaitu PAS 3, PAS 4, POA 3, dan POA 4.

Isolat aktinomiset endofit yang menghasilkan IAA tertinggi yaitu POA 2 sebesar 862 ppm, diikuti oleh PAS 2 sebesar 831,33 ppm. Produksi IAA berbagai isolat aktinomiset endofit disajikan pada Gambar 23.



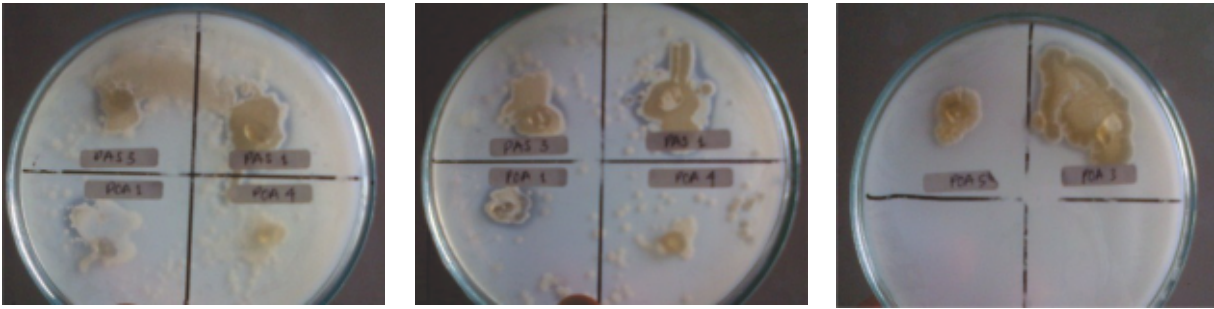
Gambar 23. Produksi IAA berbagai isolat aktinomiset endofit

Perbedaan produksi IAA berbagai isolat bakteri dipengaruhi oleh jenis isolat serta kemampuannya dalam mengkonversi L-triptofan yang terkandung dalam media menjadi IAA. IAA merupakan hormon kunci bagi peningkatan pertumbuhan tanaman sehingga sintesisnya oleh jenis mikroba tertentu terjadi peningkatan pertumbuhan pada tanaman yang di uji.

Kemampuan sebagai pengendali hayati ditunjukkan oleh kemampuannya dalam menghasilkan kitinase, asam sianida, dan siderofor. Kitinase adalah enzim yang dapat mendegradasi kitin dan banyak dimanfaatkan sebagai agen biokontrol, terutama bagi tanaman yang terserang infeksi mikroba. Kemampuan kitinolitik diyakini mampu berperan mengendalikan serangan jamur perusak tanaman dengan menjadikan kitin sebagai sumber karbon dan nitrogen. Hasil penelitian menunjukkan dua isolat yaitu POA 4 dan POA 6 tidak memiliki aktivitas kitinase, sedangkan delapan isolat memiliki aktivitas kitinase yang ditunjukkan dengan adanya zone bening pada media agar kitin (Gambar 24), zone bening

tertinggi pada isolat PAS 3 (0,81) cm. Zone bening terbentuk akibat dari aktivitas enzim kitinase yang terbentuk keluar sel memecah

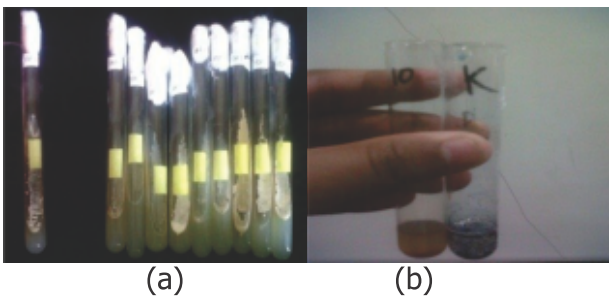
makromolekul kitin menjadi molekul yang lebih kecil .



Gambar 24. Kemampuan isolat aktinomiset endofit menghasilkan kitinase, yang ditunjukkan dengan adanya *halo* (zone bening) sekitar koloninya

Beberapa literatur menyatakan hidrogen sianida merupakan inhibitor kuat dari oksidasi *sitokrom c* dan beberapa *metalloenzyme*, sehingga beberapa patogen mengalami kerusakan akibat adanya pengrusakan yang dilakukan oleh HCN, sehingga dalam menguji potensi isolat yang akan digunakan sebagai pupuk hayati dan juga pengendalian hayati salah satunya adalah menguji isolat dalam menghasilkan HCN. Sepuluh isolat yang ditumbuhkan pada media YSA+*glycine* tidak mampu menghasilkan HCN.

Hasil pengujian isolat dalam menghasilkan siderofor, hanya isolat POA 6 saja yang mampu merubah warna larutan CAS (*Chrome Azurol S*) menjadi warna merah kecoklatan (Gambar 25). Siderofor adalah senyawa pengompleks Fe^{3+} atau pengkhelat besi spesifik yang dihasilkan oleh beberapa jenis mikroba untuk menyembunyikan unsur besi di lingkungan risosfir, sehingga tidak tersedia bagi perkembangan mikroba patogen.



Gambar 25. (a) kenampakan warna kertas saring setelah masa inkubasi 3-5 hari, (b) aktino endofit penghasil siderophore

3.5 Karakteristik dan Pemanfaatan Khamir untuk Perbaikan Kesuburan dan Produktivitas Tanah

Untuk meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah, salah satu pupuk alternatif yang dapat digunakan adalah pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan produk biologi aktif, terdiri atas mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah. Aplikasi pupuk hayati yang ramah lingkungan, pada skala luas dapat menghemat pupuk kimia NPK serta mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan. Berbagai jenis mikroba yang dikandung dalam pupuk hayati, adalah : (i) bakteri penambat N_2 simbiotik, (ii) bakteri penambat N_2 non simbiotik, (iii) mikrob pelarut P dan fasilitator P, (iv) mikroba penghasil anti mikrob, (v) mikroba perombak bahan organik, dan (vi) mikroba pengakumulasi logam berat.

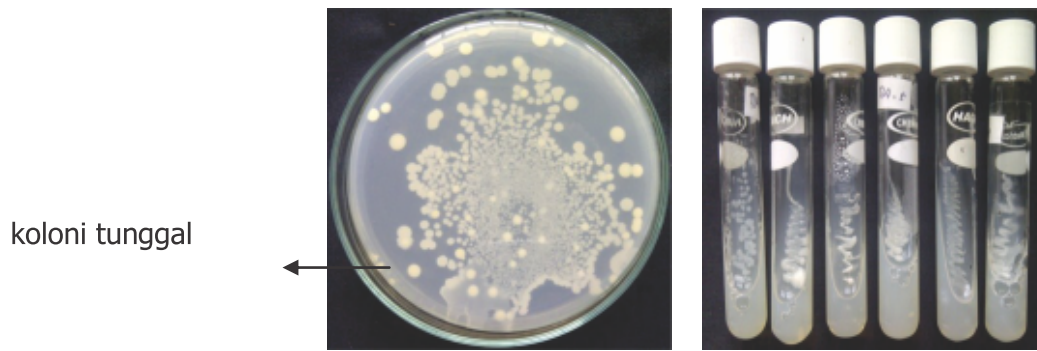
Selama ini mikroba yang paling banyak digunakan sebagai komponen pupuk hayati adalah bakteri atau fungi multiseluler, sedangkan khamir belum banyak digunakan sebagai pupuk hayati. Khamir tidak hanya meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi pupuk NPK anorganik, tetapi juga sebagai agen biokontrol, dekomposer, bioremediasi, serta sebagai probiotik, prebiotik dan imunostimulan untuk ternak. Khamir tahan terhadap suhu simpan agak tinggi, selain itu perbanyakannya tergolong tidak sulit. Sel-sel khamir yang telah dipanen dapat dikemas secara efektif dan efisien, tidak memerlukan ruang simpan yang luas dan dapat bertahan lama. Khamir yang dikeringkan (*dry yeast*) dapat bertahan selama 2 tahun pada suhu simpan 28-30°C.

Bila potensi keunggulan-keunggulan khamir digali dan diberdayakan lebih lanjut,

merupakan alternatif terobosan yang baik untuk pengembangan formula pupuk hayati, penggunaan khamir menambah ketersediaan varian pupuk hayati. Tujuan dari penelitian ini adalah (i) melakukan eksplorasi khamir dari rizosfir, jaringan tumbuhan dari berbagai habitat atau sampel lain, (ii) melakukan seleksi dan skrining isolat-isolat khamir yang memiliki kemampuan yang baik sebagai pupuk hayati, dan (iii) mendapatkan formula pupuk hayati berisi isolat khamir untuk meningkatkan pertumbuhan beberapa tanaman pangan dan hortikultura.

Penelitian dilakukan di laboratorium yang terbagi menjadi beberapa kegiatan utama, yakni: (i) eksplorasi, isolasi dan skrining khamir dari berbagai rizosfir dan tumbuhan, (ii) menguji kemampuan isolat-isolat khamir dalam menambat nitrogen N, melarutkan P dan fitohormon, (iii) skrining isolat-isolat khamir secara *in planta* di *growth-room* menggunakan kantong tumbuh steril, (iv) uji patogenisitas melalui respon hipersensitif terhadap daun tembakau, dan (v) identifikasi mikrob secara makroskopis, mikroskopis, uji biokimia dan uji fisiologi. Sampel tanah diambil dari rizosfir, jaringan tumbuhan dari berbagai habitat atau sampel lainnya di Provinsi Lampung, Provinsi Banten, dan Provinsi Jawa Barat.

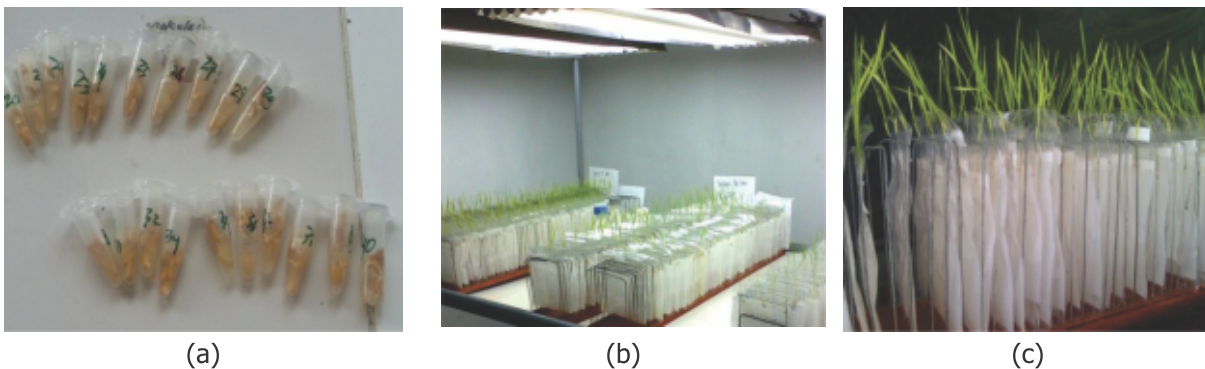
Hasil isolasi dan skrining khamir pada medium PDA+kloramfenikol memperlihatkan sebagian besar koloni berwarna putih dengan tepian rata dan elevasi cembung, selanjutnya koloni tunggal ini diinokulasikan kembali pada medium PDA+kloramfenikol padat dan disimpan dalam agar miring sebagai *stock culture* untuk digunakan dalam pengujian selanjutnya (Gambar 26)



Gambar 26. Isolasi khamir (kiri) dan *stock culture* khamir (kanan)

Skrining khamir secara *in planta* pada tanaman padi dilakukan untuk melihat potensi khamir sebagai pupuk hayati yang diuji pada padi varietas IR-64. Kecambah padi direndam selama 15 menit di dalam masing-masing

inokulan, lalu ditanam pada *pouches* berisi 6 ml larutan hara. Selanjutnya *pouches* disimpan dalam *growth room* pada suhu 24° C dengan penyinaran 1300 lux selama 14 hari (Gambar 27).



a. Perendaman kecambah padi dengan inokulan khamir, b. Pouches yang disimpan di dalam *growth room* pada suhu 24°C 1300 lux, c. Tanaman padi pada pouches setelah 14 hari.

Gambar 27. Skrining khamir secara *in-planta*

Pemberian inokulum khamir berpengaruh nyata terhadap tinggi tajuk, panjang akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar padi IR 64. Peningkatan tinggi tanaman padi diduga berhubungan dengan kemampuan khamir dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman seperti dalam hal menambat N dan melarutkan P serta kemampuannya dalam menghasilkan fitohormon IAA yang berfungsi untuk memacu pertumbuhan tanaman.

Sebanyak 40 isolat khamir telah diperoleh dan telah diuji karakteristiknya makroskopis, mikroskopis, secara biokimia dan fisiologi sebagai komponen pupuk hayati. Hasil identifikasi menunjukkan 7 isolat khamir termasuk kelompok genus *Saccharomyces*, 13 isolat termasuk genus *Candida*, 1 isolat termasuk genus *Pichia*, 7 isolat termasuk genus *Hansenula*, dan 12 isolat termasuk genus *Torulasporea*. Dari hasil skrining dan sejumlah pengujian telah diperoleh sebanyak 11 isolat

khamir yang berpotensi baik digunakan sebagai pupuk hayati. Kriteria yang digunakan untuk menentukan isolat-isolat khamir unggul adalah: (i) memiliki kemampuan menambat N_2 dan melarutkan P sukar larut, (ii) memproduksi fitohormon, (iii) memperlihatkan pertumbuhan vegetatif dan perakaran tanaman, (iv) tidak patogenik bagi tanaman. Isolat-isolat tersebut adalah: Y.BN. 1, Y.BN.4, Y.BN.5, Y.BN.7, Y.CJR. B.3, Y.LP.1, Y.LP.4, Y.NT.B.1, Y.NT.B.3, Y.S.1, dan Y.F.1.

Untuk memperoleh data yang lebih komprehensif mengenai potensi isolat-isolat khamir dilakukan sejumlah pengujian, yaitu: (i)

pengujian patogenisitas isolat-isolat khamir pada media *blood* agar untuk memastikan isolat-isolat tersebut bersifat patogen atau tidak bagi manusia, (ii) penelitian mengenai bioprospeksi khamir yang lain sebagai pengendali hayati, sebagai bioamelioran, sebagai agensia bioremediasi, untuk mengetahui potensi khamir hanya sebagai pupuk hayati, dan (iii) pengujian keefektifan inokulan khamir pada beberapa tanaman pangan skala rumah kaca dan lapangan. Berdasarkan kriteria tersebut ditetapkan isolat-isolat khamir unggul yang memenuhi kriteria untuk dijadikan sebagai komponen pupuk hayati (Tabel 12).

Tabel 12. Isolat-isolat unggul khamir yang terpilih sebagai pupuk hayati

No.	Isolat	Uji Fungsional			HR	Uji <i>in planta</i>				Genus
		N	P	IAA		Tinggi tanaman	Panjang Akar	BK	BK	
								Tajuk	Akar	
1	Y.BN. 1	+	+	√	-	√	√	√	-	<i>Saccharomyces</i>
2	Y.BN.4	+	+	√	-	-	√	√	√	<i>Hansenula</i>
3	Y.BN.5	+	+	√	-	-	√	√	-	<i>Hansenula</i>
4	Y.BN.7	+	+	√	-	√	-	√	√	<i>Pichia</i>
5	Y.CJR. B.3	+	+	√	-	-	√	√	-	<i>Candida</i>
6	Y.LP.1	+	+	√	-	-	-	√	√	<i>Torulaspora</i>
7	Y.LP.4	+	+	√	-	√	-	√	-	<i>Torulaspora</i>
8	Y.NT.B.1	+	+	√	-	√	√	√	-	<i>Hansenula</i>
9	Y.NT.B.3	+	+	√	-	-	-	-	-	<i>Candida</i>
10	Y.S.1	+	+	√	-	-	√	√	√	<i>Torulaspora</i>
11	Y.F.1	+	+	√	-	-	-	√	√	<i>Torulaspora</i>

Keterangan : (+) positif menambat N_2 dan melarutkan P

(-) bukan patogenik bagi tanaman

(√) memiliki kemampuan tinggi untuk paamter uji berdasarkan data *in planta*

BK = Berat kering

3.6 Teknologi Bioremediasi Melalui Pemanfaatan Cendawan Pengakumulasi Logam Berat (CPLB) pada Lahan Tercemar Limbah Industri.

Salah satu program Kementerian Pertanian pada tahun 2015-2017 adalah pencetakan sawah baru seluas 1 juta hektar diluar pulau Jawa, dengan memanfaatkan lahan terlantar, lahan marjinal, lahan di kawasan transmigrasi, dan lahan bekas pertambangan. Selain itu, kebocoran minyak bumi di wilayah pantai seringkali terjadi dan menyebabkan tanah menjadi tercemar minyak bumi dan logam berat. Salah satu teknologi yang ramah lingkungan adalah dengan memanfaatkan mikroba yang berfungsi sebagai agen hayati bioremediasi.

Penelitian ini bertujuan untuk skrining mikroba (bakteri dan fungi) pengakumulasi logam berat unggul sebagai agen hayati dan bioremediasi pada lahan tercemar limbah industri. Isolat bakteri resisten merkuri dari *tailing* dan tanah asal tambang emas yang diperoleh dari hasil penelitian TA 2014 diuji lebih lanjut. Fungi pengakumulasi logam berat dari lahan pasca tambang batubara dan fungi tahan salin dari lahan salin yang tercemar hidrokarbon diisolasi dan diseleksi lebih lanjut dalam media seleksi, lalu diukur aktivitasnya sebagai agen hayati bioremediasi skala laboratorium dalam media cair dengan perlakuan logam berat beberapa konsentrasi.

Efektivitas bakteri resisten merkuri dalam mendegradasi logam berat.

Dari hasil skrining dalam media padat yang ditambah logam berat diperoleh bahwa *P. putida* R2.13 dapat hidup pada kandungan Cd dan Cr sebesar 350 ppm; *P. maculicola* R4.27 dapat hidup dalam konsentrasi Cd dan Cr sebesar 450 ppm, sementara *E. aerogenes*

R3.24 hidup pada Cd dan Cr masing-masing konsentrasi 350 ppm dan 650 ppm. Hal ini terjadi karena setiap jenis bakteri mempunyai kemampuan yang beragam dan toksisitas setiap logam yang berbeda.

Dari hasil pengujian aktivitas bakteri dalam mengurangi konsentrasi logam berat dalam media cair diperoleh bahwa bakteri secara nyata efektif mengurangi konsentrasi logam merkuri dan timbal pada konsentrasi 0,5 sampai dengan 1 kali nilai ambang batas (NAB) masing-masing logam. Pada konsentrasi logam lebih tinggi yaitu 2 kali NAB, efektivitas bakteri mengurangi konsentrasi merkuri dan timbal nyata berkurang, karena pada konsentrasi tersebut logam menjadi toksik bagi bakteri. NAB logam merkuri dan timbal berturut-turut adalah 1 dan 100 ppm. Dalam waktu inkubasi 7 hari, bakteri dapat mengurangi konsentrasi merkuri 97-99% dan timbal 99%. Bakteri secara nyata mengurangi konsentrasi logam kromium 55% dari konsentrasi 1,25 ppm (0,5 NAB) dan bila konsentrasi kromium naik menjadi 1-2 kali NAB yaitu 2,5-5,0 ppm, efektivitas bakteri nyata berkurang dan hanya mampu mengurangi konsentrasi sekitar 32-38%. Kromium pada konsentrasi 2,5 ppm diduga sudah mulai menjadi toksik bagi pertumbuhan bakteri. Bakteri dapat mengurangi konsentrasi 83% cadmium dari 0,25 ppm (0,5 NAB) dan nyata mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi kadmium 0.5 ppm (1 NAB) menjadi 77% dan sangat nyata berkurang pada konsentrasi 1 ppm (2 NAB) menjadi 68% (Tabel 13).

Tabel 13. Efektivitas bakteri dalam mengurangi konsentrasi logam berat Hg, Cr, Pb, dan Cd dalam perlakuan logam campuran

Konsentrasi logam	Hg tunggal (ppm)	Penurunan Hg (%)	Campuran logam (ppm)	Penurunan (%)			
				Hg	Cr	Pb	Cd
0,5 NAB	Hg 0,25	98,87 a*	Hg 0,25, Cr 1,25, Pb 50, Cd 0,25	96,23 a	54,70 a	99,95 a	83,43 a
1,0 NAB	Hg 0,5	98,63 a	Hg 0,50, Cr 2,50, Pb 100, Cd 0,50	96,89 a	38,04 b	99,94 a	77,48 b
2,0 NAB	Hg 1,0	96,67 b	Hg 1,0, Cr 5,0, Pb 200, Cd 1,0	94,25 b	32,03 b	99,90 b	68,33 c

*) Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata 5% DMRT

Tabel 14. Efektivitas bakteri dalam menurunkan konsentrasi logam berat (%).

Jenis bakteri	Penurunan logam (%)				
	Hg	Hg	Cr	Pb	Cd
	Perlakuan Hg	Perlakuan logam campuran (Hg, Cr, Pb, dan Cd)			
<i>P. putida</i> R2.13	97,41 c *	94,60 b	43,73 ab	99,95 a	70,60 c
<i>E. aerogenes</i> R3.24	98,19 b	95,27 b	38,44 bc	99,92 ab	75,70 b
<i>P. maculicola</i> R4.27	97,51 c	97,42 a	33,68 c	99,96 a	82,90 a
Konsorsium	99,11 a	97,56 ab	50,51 a	99,89 b	76,46 b

*) Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata 5% DMRT

Ketahanan dan kemampuan dari satu spesies mikroba juga bervariasi terhadap logam yang berbeda. Pada perlakuan logam tunggal Hg, bakteri konsorsium mengurangi konsentrasi merkuri 99% dan nyata lebih baik bila dibanding dengan perlakuan ketiga jenis bakteri secara tunggal.

Pada perlakuan logam campuran, bakteri *P. maculicola* mempunyai kemampuan yang lebih baik mengurangi konsentrasi Hg yaitu 97% dan tidak berbeda dengan kemampuan perlakuan konsorsium yaitu 98%. Ketiga bakteri uji mempunyai kemampuan yang sama dalam mengurangi konsentrasi logam Pb yaitu sekitar 99-100%, tetapi untuk mengurangi konsentrasi logam Cd, bakteri *P. Maculicola* R4.27 secara nyata mengurangi konsentrasi Cd 83% dibanding bakteri uji lainnya. Berbeda dengan logam Hg, bakteri *P. putida* R2.13

secara nyata mengurangi konsentrasi Cr yang ada dalam media yang berisi logam campuran yaitu 43.73% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsorsium yaitu 50,51% (Tabel 14). Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa untuk kegiatan selanjutnya, bakteri konsorsium digunakan sebagai agen bioremediasi terutama untuk lahan tercemar merkuri yaitu lahan bekas tambang emas.

Efektivitas fungi resisten logam berat di lahan pasca tambang batubara.

Dari 41 isolat fungi yang berhasil diisolasi dari rizosfir gulma yang tumbuh di lahan pasca tambang batubara di Kalimantan Selatan, terpilih isolat TT6, TT8, dan TT21 sebagai agen hayati potensial untuk bioremediasi tanah pasca tambang batubara. Isolat TT6 dapat hidup pada konsentrasi logam

Pb 3000 ppm, isolat TT6, dan TT8 dapat hidup dalam logam Cu 800 ppm, sedangkan isolat T21 dapat hidup dalam logam Cd 1800 ppm. Selain itu, ketiga isolat fungi dapat menambat N dan melarutkan P tetapi tidak mempunyai kemampuan dalam menyediakan K.

Pada konsentrasi Cu 0,5 NAB, fungi mengurangi konsentrasi Cu 41% dan secara nyata efektivitasnya berkurang dengan meningkatnya konsentrasi Cu di lingkungan atau bercampur dengan logam lainnya walaupun pada konsentrasi 0,5 NAB. Iyer *et al.* (2005) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi logam berat meningkatkan proses kelat logam sampai pada konsentrasi tertentu.

Fungi yang diuji mempunyai efektivitas tertinggi pada perlakuan logam tunggal Pb konsentrasi 2 NAB yaitu sekitar 50%. Untuk perlakuan logam campuran Cu, Pb, dan Cd, kemampuan fungi dalam mengurangi konsentrasi logam Pb pada konsentrasi setengah NAB masing-masing logam nyata lebih tinggi bila dibanding pada perlakuan satu dan dua kali NAB. Sedangkan fungi mempunyai aktivitas mengurangi konsentrasi logam Cd tertinggi pada perlakuan logam campuran Cu, Pb, dan Cd pada konsentrasi 1 NAB. Peningkatan konsentrasi logam menyebabkan efektivitas bakteri menurun, hal ini terjadi pada logam Cu pada setiap isolat, dan Cd pada isolat TT21 (Tabel 15).

Tabel 15. Efektivitas isolat fungi dalam menurunkan konsentrasi logam berat Cu, Pb, dan Cd dengan perlakuan konsentrasi logam berat (tunggal dan campuran).

Perlakuan konsentrasi logam berat	Penurunan konsentrasi logam (%)		
	Cu	Pb	Cd
0,5 NAB (Cu/Pb/Cd)	40,62 a	19,23 d	30.63 c
1,0 NAB (Cu/Pb/Cd)	28,49 c	39,22 b	29.15 c
2,0 NAB (Cu/Pb/Cd)	27,38 c	49,89 a	31.83 c
0,5 NAB CampuranCu+Pb+Cd	32.26 bc	41.23 b	40.54 b
1,0 NAB CampuranCu+Pb+Cd	33.58 b	26.90 c	59.45 a
2,0 NAB CampuranCu+Pb+Cd	20.10 d	24.59 c	41.71 b

NAB = nilai ambang batas, Cu, Pb, dan Cd berturut-turut adalah 100, 100, 3,0 ppm.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT.

Isolat TT21 mempunyai efektivitas tertinggi dalam mengurangi konsentrasi Pb yaitu 62%. Isolat TT21 mempunyai kemampuan mengurangi konsentrasi logam Cu 36% dan tidak berbeda nyata dengan kemampuan isolat TT8 yaitu 35%, tetapi secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan

perlakuan isolat TT6 dan konsorsium. Sementara untuk logam Cd, perlakuan konsorsium dari isolat TT6, TT8, dan TT21 mempunyai efektivitas tertinggi yaitu 54% dan nyata lebih tinggi daripada kemampuan ketiga isolat secara tunggal (Tabel 16).

Tabel 16. Efektivitas isolat fungi unggul (%) dalam menurunkan konsentrasi logam berat Cu, Pb, dan Cd.

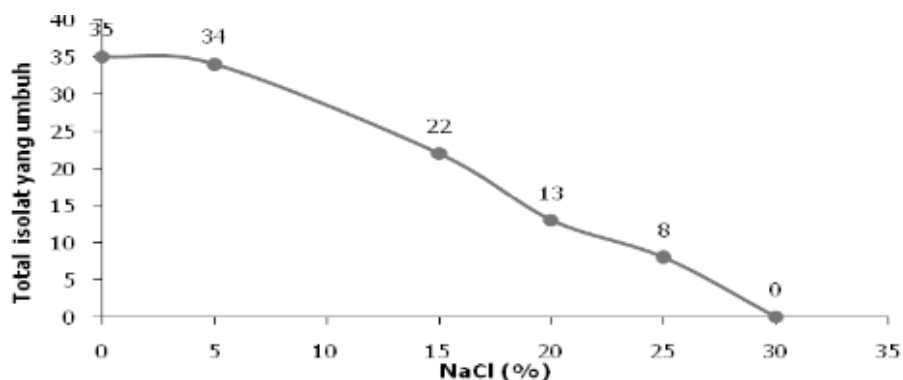
Jenis kolat fungi	Penurunan konsentrasi logam (%)		
	Cu	Pb	Cd
TT6	30,83 b	14,36 c	21,65 d
TT8	34,55 ab	16,23 c	46,65 b
TT21	36,09 a	62,16 a	33,56 c
Konsorsium	20,16 c	41,28 b	53,68 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT.

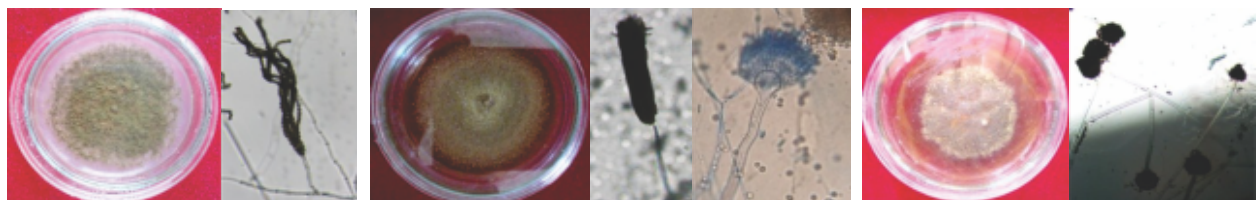
Skrining fungi tahan salin dan mampu mengurangi konsentrasi hidrokarbon.

Fungi yang berpotensi sebagai agen hayati tahan salin dan mampu mengurangi konsentrasi hidrokarbon telah diisolasi dari tanah tercemar hidrokarbon di Babelan Bekasi. Dari 35 isolat fungi yang diperoleh, sebanyak 8 isolat fungi dapat tumbuh pada salinitas 25% (Gambar 28) dan 3 isolat diantaranya toleran terhadap produk turunan minyak bumi seperti bensin, solar, dan minyak tanah yaitu isolat C5,

L2, dan T5. Ketiga isolat dapat tumbuh dalam konsentrasi logam Pb 2200 ppm, isolat T5 tumbuh dalam logam Cu 500 ppm, sedangkan isolat C5 dan L2 tumbuh pada logam Cd 100 ppm. Isolat C5, L2, dan T5 diidentifikasi berdasarkan uji biokimia menggunakan sistem Biolog berturut-turut sebagai *Penicillium janczewskii*, *Aspergillus parasiticus*, dan *Aspergillus* sp (Gambar 29).



Gambar 28. Jumlah isolat fungi yang tumbuh pada konsentrasi NaCl 0-25% (b/v)



Penicillium janczewskii L2

Aspergillus parasiticus C5

Aspergillus sp T5

Gambar 29. Karakter morfologi *Penicillium janczewskii* L2, *Aspergillus parasiticus* C5, dan *Aspergillus* sp. T5

3.7 Penapisan Mikroba Termofil Perombak Limbah Pertanian untuk Mempercepat Proses Pengomposan

Secara alami, proses dekomposisi sisa tanaman memerlukan waktu yang lama, yaitu sekitar 2-3 bulan. Penambahan dekomposer yang mengandung mikroba lignoselulolitik, proses tersebut dapat dipercepat menjadi 14-30 hari. Proses dekomposisi tersebut merupakan proses enzimatik, dan enzim-enzim yang terlibat sangat rentan pada suhu tinggi, untuk itu diperlukan enzim-enzim *thermostable* yang dihasilkan oleh mikroba termofilik. Enzim-enzim tersebut diantaranya selulase, ligninase, hemiselulase, protease, amilase, dan lipase.

Sejumlah mikroba baik fungi, bakteri maupun aktinomiset diketahui mampu menghasilkan enzim-enzim tersebut. Aktifitas enzim-enzim yang dihasilkan dari mikroba unggul akan tetap bekerja pada fase termofil, sehingga proses pengomposan menjadi lebih efektif dan efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah : mendapatkan sepuluh isolat mikroba (bakteri, fungi, dan aktinomiset) termofilik yang unggul sebagai pendekomposisi limbah berbasis tanaman. Kegiatan terdiri atas 3 tahapan, yaitu:

1) penapisan dan isolasi mikroba termofil pada substrat sintesis avicel (selulosa mikrokristalin), *carboxyl methyl cellulosa*, (CMC), guaicol atau indulin AT, xylan, *skim milk*, dan *tween 80/20* atau *olive oil*; 2) Identifikasi isolat terpilih menggunakan Biolog Gen III microplate, dan 3) Penyimpanan Isolat unggul menggunakan teknik *cryopreservation*.

Skринing aktivitas enzim-enzim *thermostable* secara kualitatif yang dilakukan adalah aktivitas enzim ligninase, selulase (FPase/Selobio hidrolase dan endoglukanase) dan hemiselulase, lipase, dan protease. Indeks Aktivitas Enzim (IAE) dihitung berdasarkan modifikasi Kouker dan Jaeger (1986), dimana $IAE = \frac{(\text{diameter zona bening} - \text{diameter koloni})}{\text{diameter koloni}}$ dengan pengulangan 10 kali. Pengambilan 29 contoh bahan isolasi berupa tanah pertanian organik, kompos, air panas, dan lumpur panas dilakukan di Jawa Barat (Cisarua, Babakan Madang, Gunung Pancar Kab Bogor, dan Tasikmalaya) serta Jawa Tengah (Bledug Kuwu, Grobogan) (Gambar 30 31, dan 32).



Gambar 30. Lokasi pengambilan contoh di Bledug Kuwu, Grobogan Jawa



Gambar 31. Lokasi pengambilan contoh tanah di lahan pertanian organik Cisarua

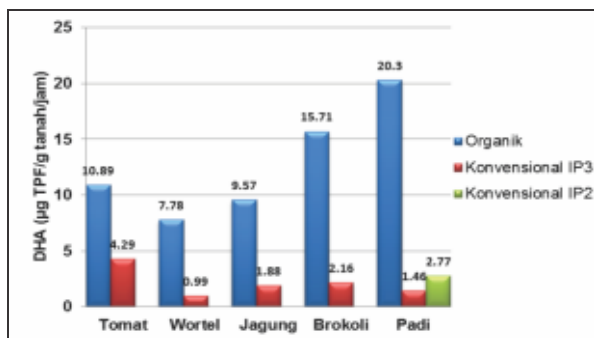


Gambar 32. Lokasi pengambilan contoh tanah dan kompos di Tasikmalaya

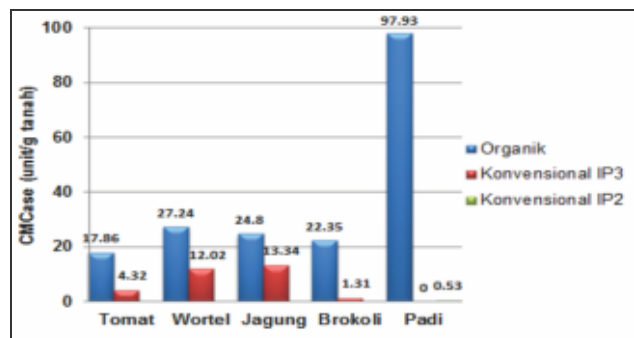
Studi pendahuluan dilakukan terhadap aktivitas enzim dehidrogenase dan selulase dari tanah-tanah pertanian organik dan non organik, menunjukkan bahwa tanah-tanah yang dikelola sebagai pertanian organik baik untuk komoditas tanaman pangan maupun hortikultura memiliki aktivitas enzim-enzim yang berhubungan dengan aktivitas mikrob dan dekomposisi bahan organik, lebih tinggi dibandingkan dengan

tanah-tanah yang dikelola sebagai pertanian konvensional (Gambar 33 dan 34). Hal ini menunjukkan bahwa mikroba-mikroba yang berpotensi sebagai pendekomposisi bahan organik banyak terdapat pada tanah-tanah tersebut.

Aktivitas enzim pada suhu ruang dan suhu termofil (50°C), menunjukkan bahwa



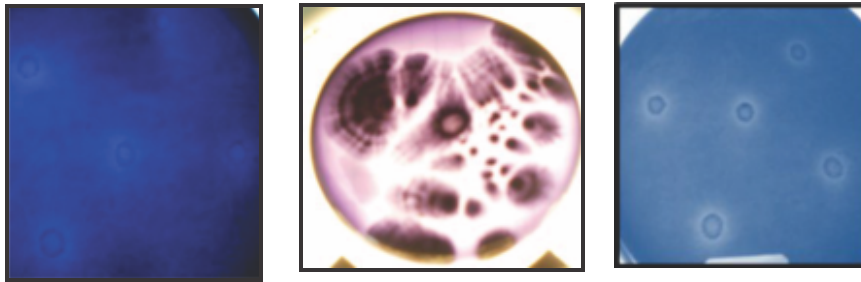
Gambar 33. Aktivitas enzim dehidrogenase (DHA) tanah beberapa komoditas tanaman pada pertanian organik dan konvensional



Gambar 34. Aktivitas enzim selulase (CMCase) tanah beberapa komoditas tanaman pada pertanian organik dan konvensional

isolat yang berasal dari sumber air panas, Gunung Pancar, Gunung Galunggung, Bledug Kuwu, tidak menunjukkan adanya aktivitas enzim endoglukanase, eksoglukanase, ligninase, lipase, dan protease. Isolat BKL1, BKL2, dan BKL3 asal lumpur panas Bledug Kuwu menunjukkan adanya aktivitas protease, nilai IAE masing-masing isolat pada suhu ruang

dan suhu termofil ketiga isolat tersebut masing-masing adalah 5,0; 3,25; dan 1,52. Sedangkan nilai IAE-nya pada suhu termofil masing-masing adalah 5,33; 4,11; dan 2,02. Pengujian aktivitas enzim disajikan pada Tabel 17, sedangkan cara seleksi isolat untuk penetapan aktivitas enzim-enzim secara kualitatif disajikan pada Gambar 35.



Gambar 35. Seleksi isolat untuk penetapan aktivitas enzim-enzim secara kualitatif

Tabel 17. Pengujian aktivitas enzim endoglukanase, eksoglukanase ligninase, lipase dan protease secara kualitatif (dalam nilai IAE) pada suhu ruang (R) dan suhu termofil 50°C (T).

Bahan isolat	Aktivitas enzim kualitatif (IAE)									
	Endoglukanase		Eksoglukanase		Ligninase		Lipase		Protease	
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kompos										
BM1.1	2,14	3,02	1,55	1,23	-	-	-	-	-	-
BM2.1	1,1	1,34	1,52	1,66	1,22	0,64	-	-	2,1	1,8
BM.3.1	-	-	-	-	-	-	4,32	5,00	-	-
TM1.1	-	-	-	-	2,11	2,47	1,88	2,23	1,11	1,52
TM2.1	-	-	-	-	2,34	2,50	1,72	1,85	-	-
Tanah										
JG1	2,11	1,59	-	-	-	-	1,21	1,43	-	-
Pd1	-	-	-	-	3,54	3,33	-	-	-	-
TmO1	-	-	2,11	2,53	-	-	-	-	-	-
WrO1	-	-	-	-	3,50	3,65	-	-	-	-
JGO1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BrO1	-	-	3,23	3,45	-	-	-	-	-	-
Pd1	-	-	-	-	2,22	2,00	-	-	-	-
Pd2	-	-	1,23	1,1	-	-	-	-	3,21	3,00
Pd3	2,42	2,35	1,76	1,73	-	-	-	-	-	-

3.8 Model Teknologi Pertanian Organik berkelanjutan

Sebagian besar petani kecil dari negara-negara anggota AFACI seperti Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah disertai kearifan pertanian tradisional. Kondisi ini memungkinkan untuk mengembangkan pertanian organik di Indonesia. Kegiatan pertanian organik pada sebuah unit kelompok tani lebih efektif untuk membangun teknologi budidaya pertanian, pertukaran informasi, daur ulang material organik, integrasi ternak-tanaman dan pemasaran dibandingkan dengan kegiatan pertanian pada unit individu. Oleh karena itu perlu dibangun model pertanian sayuran organik berbasis kelompok tani di Indonesia. Lokasi penelitian Desa Batur dan Wates, Kecamatan Getasan-Salatiga, Kabupaten Semarang.

Kegiatan *Construction of the Asian Network for Sustainable Organic Farming Technology* (ANSOFT) merupakan salah satu kegiatan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Internasional (KKP3I) Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, bertujuan untuk (1) membangun model pertanian sayuran organik melalui partisipasi kelompok tani dalam *focus group discussion*, (2) menerapkan model pertanian sayuran organik yang dibangun berbasis kelompok tani sebagai *pilot project*, (3) membangun sinergi terkait dengan pertanian organik diantara *stakeholders* di lokasi *pilot project*, dan (4)

membangun *networking* dengan 10 negara anggota AFACI melalui *sharing* pengalaman dalam mengembangkan dan membangun model pertanian organik.

Focus Group Discussion menghasilkan bahwa pengembangan pertanian organik dapat diawali dengan motivasi yang kuat baik yang bersifat immaterial maupun nominal. Setelah motivasi yang kuat dimiliki oleh para petani, maka langkah selanjutnya adalah membentuk kelembagaan kelompok tani atau Poktan. Pembentukan kelembagaan tersebut dengan memfungsikan aspek-aspek usahatani, yakni budidaya dan sarana produksi, pengendalian OPT, pasar, dan pascapanen. Tahap selanjutnya adalah membangun kelembagaan berbadan hukum.

Kelompok tani sayuran organik di desa Batur dan Wates digolongkan menjadi 3 tingkatan berdasarkan penerapan prinsip-prinsip pertanian organik, yaitu non-organik (konvensional), semi organik (organik tidak murni) dan organik murni (Gambar 36). Oleh karena itu model pertanian sayuran organik yang akan dikembangkan di lokasi tersebut terdiri 3 model, yaitu (1) pertanian sayuran pra-organik, (2) pertanian sayuran organik tahap konversi dan (3) pertanian organik murni.



Gambar 36. Pelaksanaan FGD tingkat Kelompok Tani di Desa Batur dan Wates, Kec. Getasan-Salatiga, Kab. Semarang.

Ketiga model pertanian sayuran organik yang dibangun bersama seperti yang disajikan di atas diterapkan oleh kelompok tani kooperator di Desa Batur dan Wates sebagai *pilot project*. Sayuran ditanam dengan sistem *intercropping* yang terdiri dari tanaman pokok (berumur panjang) seperti cabe keriting merah, tomat, bit, brokoli, bunga kol, dan kubis, sedangkan tanaman sela (berumur pendek)

seperti slada, bayam, *packcoy*, bawang daun, sawi sendok, lobak, wortel. Sarana produksi seperti benih, pupuk kandang sebagai bahan baku utama pembuatan pupuk organik, mikroorganisme lokal untuk pembuatan pupuk organik dan hormon pertumbuhan tanaman disiapkan oleh masing-masing kelompok yang didampingi oleh peneliti dan PPL (Gambar 37-41).



Gambar 37. Pembuatan Mikroorganisme lokal (MOL) pendegradasi bahan organik dan hormon pertumbuhan tanaman pada model pengembangan pertanian sayuran organik.



Gambar 38. Pembuatan pupuk organik yang akan diaplikasikan pada pilot project model pengembangan pertanian sayuran organik



Gambar 39. Gambaran *pilot project* yang dilaksanakan di Desa Batur dan Wates, Kec. Getasan-Salatiga, Kab. Semarang.

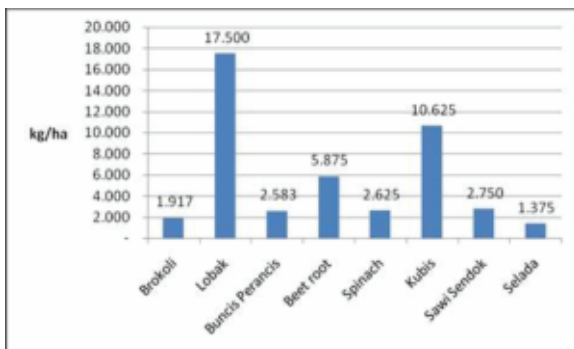


Gambar 40. Panen dan pasca panen sayuran organik dan produknya dipasarkan oleh PT. Duta Agro Sejahtera.

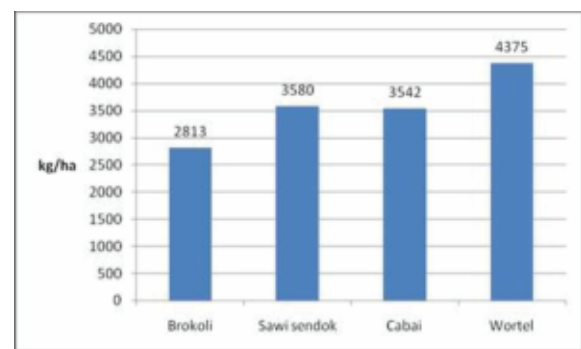


Gambar 41. Sertifikat Pangan Organik dari LSO nasional INOFICE untuk kelompok tani sayuran Bangkit Merbabu (kiri), Struktur organisasi (tengah), dan Sertifikat juara wirausaha mikro terbaik (kanan).

Monitoring dan evaluasi usahatani sayuran pada lahan petani dilakukan khususnya pada usahatani sayuran yang dikelola oleh petani kooperator kegiatan ANSOFT di lokasi kegiatan. Produktivitas sayuran yang dihasilkan para petani cukup beragam. Pada sistem pertanian organik produktivitas sayuran paling tinggi dicapai oleh sayuran lobak (17,5 t/ha) diikuti oleh kubis (10,6 t/ha) dan *beer root* (5,8 t/ha). Produktivitas sayuran paling rendah antara lain selada, brokoli, bayam, dan sawi sendok (Gambar 42). Pada usahatani sayuran konvensional produktivitas sayuran tertinggi diperoleh pada sayuran wortel (4,3 t/ha), diikuti oleh sawi sendok dan cabai (Gambar 43).



Gambar 42. Produktivitas sayuran organik peserta ANSOFT, Getasan 2015



Gambar 43. Produktivitas sayuran konvensional pesertanian ANSOFT, Getasan 2015

Produktivitas sayuran brokoli dan sawi sendok konvensional ternyata lebih tinggi daripada sayuran organik. Hal yang sebaliknya pada usahatani semi organik (tahap konversi), yakni produktivitas sayuran yang diperoleh relatif rendah, misalnya brokoli 1.600 kg/ha, selada 225 kg/ha, sawi putih 700 kg/ha dan cabai 75 kg/ha. Menurut pengakuan petani usahatani cabai tersebut tergolong gagal panen karena serangan hama dan penyakit. Produktivitas sayuran sebagaimana dijelaskan tersebut di atas diperoleh dalam bentuk polikultur, yakni satu bedengan ditanami oleh lebih dari satu jenis sayuran.

Berdasarkan data pada Tabel 18 usahatani sayuran baik organik maupun non-

organik menguntungkan petani atau layak secara finansial. Hal tersebut dicirikan oleh nilai Rasio R/C dan B/C yang cukup tinggi. Namun, keuntungan usahatani sayuran organik lebih besar daripada usahatani sayuran non-organik. Secara relatif usahatani sayuran organik lebih efisien dalam penggunaan modal daripada usahatani sayuran non-organik.

Monitoring kesuburan tanah sebelum kegiatan dilaksanakan yang ditinjau dari aspek biologi dapat disajikan pada Tabel 19. Jumlah total bakteri dari keenam contoh tanah tersebut cukup tinggi yaitu 7.16×10^9 - 2.97×10^{10} cfu/g tanah. Variasi jumlah bakteri penambat N cukup tinggi dari 7.70×10^4 - 3.67×10^9 cfu/g tanah.

Tabel 18. Analisis usahatani sayuran organik dan konvensional di lokasi penelitian, Kec. Getasan, 2015 (Rp juta/ha/3 bulan)

Status Usahatani	Biaya Saprodi	Biaya TK	Total Biaya	Penerimaan	Keuntungan	Rasio R/C	Rasio B/C
1 Organik	17,15	16,53	33,63	118,03	84,35	3,51	2,51
2 Konvensional	18,65	15,60	34,20	57,30	23,10	2,20	1,20

Sumber: hasil wawancara dengan petani (data primer), 2015

Tabel 19. Hasil monitoring kesuburan tanah dari aspek biologi pada contoh tanah sebelum kegiatan *pilot project*.

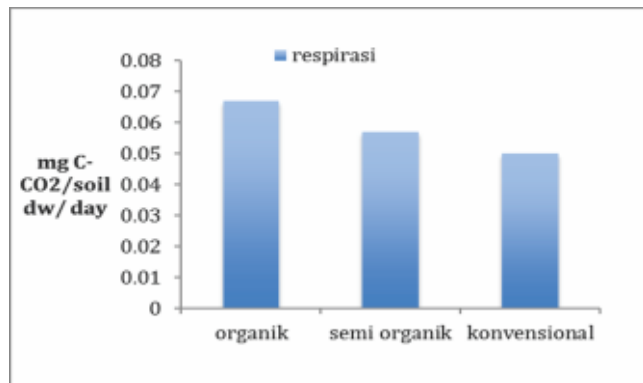
Asal contoh tanah	Total Bakteri	Bakteri Penambat N	Bakteri Pelarut P	Aktinomiset
	cfu/g tanah			
Poktan Bangkit Merbabu (Organik)	7.16×10^9	2.49×10^9	1.3×10^3	4.00×10^3
Poktan Tranggulasi (Organik)	2.51×10^{10}	7.70×10^4	Ttd	ttd
Poktan Minang BM (Semi organik)	2.64×10^{10}	6.17×10^8	1.00×10^3	7.00×10^2
Phala Tani (Semi organik)	1.06×10^{10}	7.87×10^8	3.32×10^4	ttd
Karya Muda (Konvensional)	2.83×10^{10}	9.17×10^8	Ttd	ttd
Marsudi Tani (Konvensional)	2.97×10^{10}	3.67×10^9	Ttd	ttd

Bakteri penambat N lebih banyak berasosiasi dengan tanaman, baik sebagai bakteri hidup bebas maupun simbiotik. Jumlah bakteri pelarut P cukup rendah berkisar 1.00×10^3 - 3.32×10^4 cfu/g tanah, bahkan pada tanah yang diambil dari kelompok tani sayuran non-organik (konvensional) tidak terdeteksi. Aktinomiset hanya terdapat di tanah yang berasal dari lokasi kelompok tani sayuran organik Murni Bangkit Merbabu dan kelompok tani sayuran semi organik (tahap konversi) Minang BM. Respirasi tanah (yang diukur dari evolusi CO_2) dapat dilihat pada Gambar 44.

Contoh tanah yang diambil dari 6 kelompok tani kooperator menunjukkan bahwa tidak adanya potensi patogenitas, berarti pada tanah tersebut tidak terdapat jumlah yang nyata dari bakteri, fungi maupun virus yang berpotensi berkembang sebagai patogen pada tanaman. Dua contoh tanah mengandung *E coli* dengan jumlah di atas ambang batas. *E coli* merupakan kelompok enterobacteria yang banyak terdapat pada usus hewan tingkat tinggi dan sangat berpotensi menyebabkan penyakit pada manusia. Penggunaan pupuk kandang yang belum dikomposkan dengan sempurna menyebabkan bakteri tersebut terbawa oleh

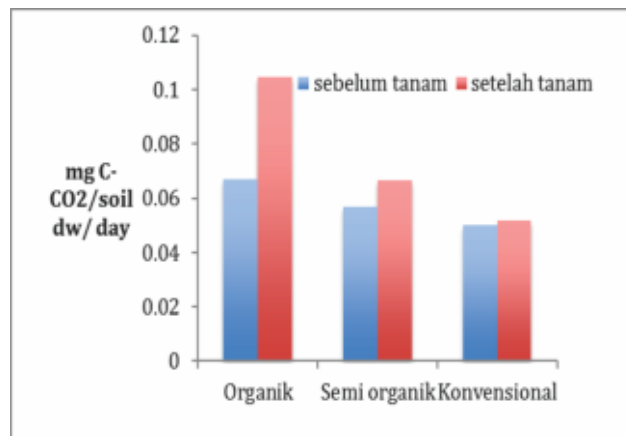
kompos. Proses pengomposan yang menghasilkan panas yang cukup tinggi, dapat mematikan bakteri tersebut, di samping cara penyimpanan pada tempat yang bersirkulasi baik dan terkena sinar matahari. Penambahan kompos dan MOL pada pertanian organik sangat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, perkembangan serta aktivitas mikroba di tanah tersebut.

Respirasi tanah pada pertanian organik, semi organik dan konvensional setelah tanam berturut-turut meningkat 56%, 17% dan 3.5% (Gambar 45).

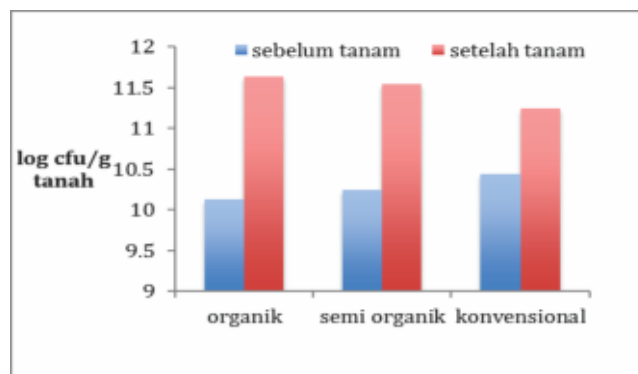


Gambar 44. Rata-rata respirasi tanah pada lahan pertanian sayuran dari 6 kelompok tani kooperator

Jumlah bakteri nampak meningkat cukup nyata setelah tanam (Gambar 46). Hal ini disebabkan karena adanya penambahan bahan organik berupa kompos dan MOL serta adanya eksudat akar. Jumlah fungi jauh lebih rendah dibandingkan bakteri, hal ini lebih disebabkan karena faktor kekeringan yang terjadi pada wilayah tersebut.



Gambar 45. Peningkatan respirasi tanah pada lahan pertanian sayuran dari 6 kelompok tani kooperator sebelum dan setelah tanam.

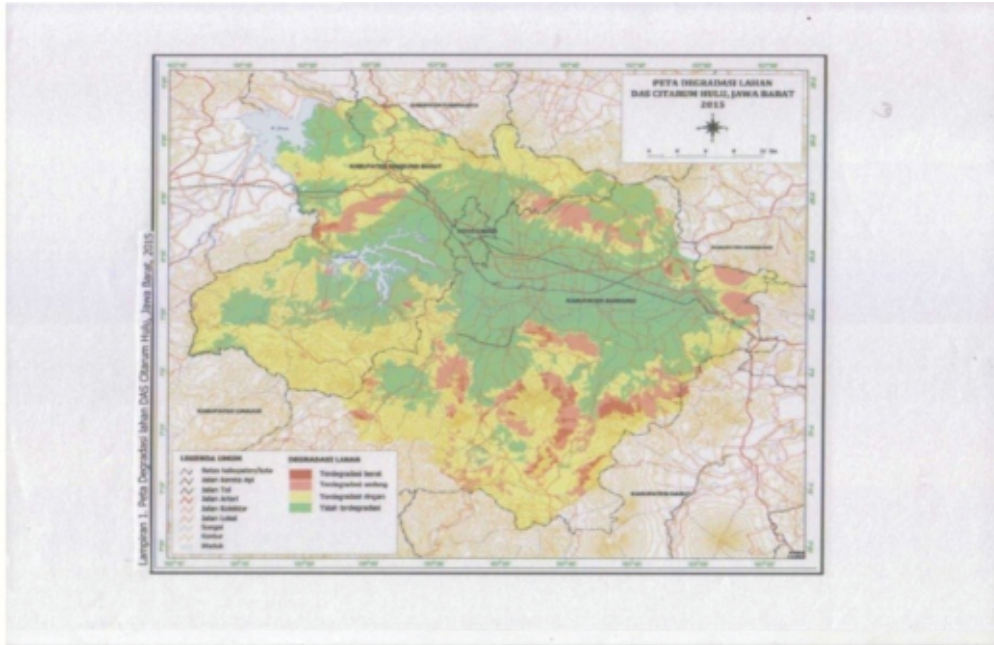


Gambar 46. Peningkatan jumlah bakteri aerob heterotrof pada contoh tanah dari pertanian organik, semi organik

4.1 Peta Lahan Kering Terdegradasi di Prov. Jawa Barat

Pemicu terjadinya kelas dan penyebaran degradasi lahan diperoleh melalui analisis (1) penggunaan lahan/ vegetasi penutup (2) kemiringan lereng (3) curah hujan rata-rata tahunan. Berdasarkan parameter tersebut diperoleh kelas degradasi lahan untuk DAS Citarum Hulu tidak terdegradasi, terdegradasi ringan, terdegradasi sedang dan terdegradasi

berat. Total luas areal di DAS Cimanuk Hulu adalah 307.904 hektar, tergolong ke dalam kelas terdegradasi berat terdegradasi sedang, terdegradasi ringan, dan tidak terdegradasi masing-masing adalah 4.907 hektar, 23.947 hektar, 135.521 hektar dan 143.529 hektar (Gambar 47).



Gambar 47. Peta Degradasi Lahan Kering di DAS Citarum Hulu. 2015

Lahan terdegradasi ringan terdapat pada lahan dengan bentuk wilayah datar bergelombang, berbukit dan bergunung dengan lereng $>15\%$. Tutupan vegetasi berupa belukar, kebun campuran, hutan sekunder dan beberapa tempat berupa pertanian lahan kering. Kelas terdegradasi ringan dapat berubah menjadi sedang atau berat apabila terjadi perubahan penggunaan lahan, terutama dijumpai pada areal berlereng curam, keadaan litologinya bertekstur kasar/berpasir atau mudah longsor.

Lahan terdegradasi sedang terletak di wilayah-wilayah bergelombang, berbukit dan bergunung dengan lereng $> 15\%$. Lahan ini

umumnya ditumbuhi alang-alang, rumput dan semak, beberapa tempat berupa pertanian lahan kering dan kebun campuran yang pertumbuhannya merana. Lahan masih produktif tetapi mudah tererosi, fungsi hidrologi menurun menyebabkan mudah berubah menjadi terdegradasi berat.

Lahan terdegradasi berat terdapat di daerah perbukitan (kapur) dan pegunungan, batuan kukuh/bahan induk telah muncul dipermukaan. Area ini umumnya didominasi oleh rerumputan dan semak, bahkan banyak yang gundul, sehingga tidak produktif untuk usaha pertanian tanaman pangan tetapi cocok dihutankan.

4.2 Teknologi Penanggulangan Kemasaman Tanah dan Pemulihan Status Karbon

Kemasaman tanah dan kemerosotan bahan organik tanah merupakan opsi utama yang perlu dilakukan untuk optimalisasi lahan kering masam terdegradasi sebagai pendukung produksi pangan. Hasil penelitian menunjukkan penggantian kapur sebanyak 2 t/ha dengan pembenah APK (alternatif pengganti kapur yang berbahan baku utama bahan organik) dengan dosis 1,5 t/ha tidak menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan dan hasil panen jagung pada lahan masam KP Taman Bogo, Lampung (Tabel 20). Biochar dan kompos juga

dapat digunakan sebagai pembenah tanah pengganti kapur, namun diperlukan dosis yang relatif tinggi (10 t/ha). Penggunaan kapur, APK, biochar dan kompos dengan dosis 10 t/ha juga berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah. APK dan kompos dosis 10 t/ha menghasilkan kandungan P-tersedia dalam tanah yang nyata lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Perlakuan *biochar* 10 t/ha berpengaruh nyata terhadap penurunan Al^{3+} dan peningkatan kandungan K potensial dan tersedia (Tabel 21).

Tabel 20. Pengaruh pembenah tanah alternatif pengganti kapur terhadap hasil panen tanaman jagung, 2015

Perlakuan	Biomass kering	Tongkol kering	Pipilan kering
	----- t/ha -----		
Kontrol	4,22 b	5,01 b	4,38 b
Kapur 2 t/ha	7,02 ab	8,78 a	7,70a b
APK 1,5 t/ha	7,12 ab	9,06 a	7,93 a
Biochar 5 t/ha	6,51 ab	7,50 ab	6,33 ab
Kompos 5 t/ha	6,28 ab	7,63 ab	6,30 ab
Biochar 10 t/ha	9,10 a	9,33 a	8,02 a
Kompos 10 t/ha	7,79 a	9,33 a	8,08 a

Keterangan: *Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5 %.

Tabel 21. Pengaruh pembenah tanah alternatif pengganti kapur terhadap kemasaman tanah, kandungan Al, P dan K dalam tanah. 2015

Perlakuan	pH		Al^{3+}	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
	H ₂ O	KCl	cmol (+)/kg	HCl 25%	HCl 25%	Bray	Morgan
				----- mg/100 g ----		-----ppm-----	
Kontrol	4,65 c	3,91 b	0,94 a	37,16 a	3,21 b	31,67 b	30,33 b
Kapur 2 t/ha	5,40 ab	4,53 ab	0,16 ab	31,98 a	3,24 b	37,77 b	30,67 b
APK 1,5 t/ha	5,38 ab	4,23 ab	0,25 ab	44,30 a	5,05 b	71,82 a	47,00 b
Biochar 5 t/ha	5,30 abc	4,14 ab	0,47 ab	31,98 a	6,56 b	40,37 b	55,67 b
Kompos 5 t/ha	4,99 bc	4,02 ab	0,80 ab	28,14 a	5,17 b	33,47 b	42,67 b
Biochar 10 t/ha	5,92 a	4,62 a	0,03 b	50,54 a	15,56 a	49,32 b	128,00 a
Kompos 10 t/ha	5,15 bc	4,27 ab	0,45 ab	33,13 a	6,37 b	42,77 ab	50,00 b

Keterangan: *Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5 %.

Hasil percobaan menguji beberapa teknik perbaikan status bahan organik tanah pada lahan kering masam terdegradasi menunjukkan bahwa peningkatan status bahan organik tanah pada lahan kering masam terdegradasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Cara pemberian bahan organik untuk mencapai kandungan C organik sekitar 2,5% (secara bertahap atau sekaligus) tidak berpengaruh nyata terhadap hasil panen jagung (Tabel 22). Aspek

produktivitas tanaman, pemberian bahan organik ke dalam tanah bisa dilakukan secara bertahap, utamanya jika ketersediaan bahan organik relatif terbatas. Perlakuan peningkatan status bahan organik tanah juga berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter kualitas tanah. Perlakuan perbaikan status bahan organik tanah juga berpengaruh nyata terhadap perbaikan pH tanah, kandungan C organik dan Nitrogen dalam tanah, berat isi, serta ruang pori total (Tabel 23 dan Tabel 24).

Tabel 22. Pengaruh perbaikan status bahan organik tanah terhadap produksi tanaman jagung, 2015

Perlakuan	Bobot kering		
	Biomasa	Tongkol (t/ha)	Pipilan
Kontrol	5,53 c	5,96 c	5,15 c
Biochar awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2%	8,08 b	9,39 ab	8,03 ab
Biochar bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	7,92 b	9,37 ab	8,23 ab
Kompos awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2,5%	9,77 a	10,58 a	9,22 a
Kompos bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	8,29 ab	9,31 ab	8,10a b
Biochar K-50 awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2%	8,61 ab	9,88 ab	8,63 ab
Biochar K-50 bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	6,97 bc	8,70 b	7,55 b

*Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5 %.

Tabel 23. Pengaruh perbaikan status bahan organik tanah terhadap sifat fisik tanah, 2015

Perlakuan	Sifat fisika tanah		
	Bobot isi	Berat jenis	Ruang pori total
	----- g/cm ³ -----		- % vol -
Kontrol	1,38 a	2,40 a	44,77 b
Biochar awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2%	1,21 b	2,43 a	49,16 ab
Biochar bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	1,29 ab	2,34 a	47,02 ab
Kompos awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2,5%	1,25 ab	2,35 a	46,31 ab
Kompos bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	1,27 ab	2,44 a	45,72 ab
Biochar K-50 awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2%	1,15 b	2,35 a	52,77 a
Biochar K-50 bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	1,25 ab	2,52 a	46,68 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5 %.

Tabel 24. Pengaruh perbaikan status bahan organik tanah terhadap sifat kimia tanah. 2015

Perlakuan	Sifat kimia		
	pH H ₂ O	C-organik	N-organik
		----- % -----	
Kontrol	4,95 c	0,46 c	0,04 d
Biochar awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2%	7,29 a	1,51 a	0,09 ab
Biochar bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	6,69 ab	0,87 b	0,07 bc
Kompos awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2,5%	5,80 bc	0,92 b	0,06 dc
Kompos bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	5,08 c	0,58 c	0,05 dc
Biochar K-50 awal percobaan untuk mencapai C-organik tanah 2%	6,96 a	1,74 a	0,12 a
Biochar K-50 bertahap selama 3 tahun untuk mencapai C-organik tanah 2%	5,77 bc	0,93 b	0,07 bc

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5 %.

4.3 Penelitian Teknologi Pengelolaan Lahan Bekas Tambang Batubara

Penelitian lahan bekas tambang batubara tahun ke 2 terletak di bekas tambang batu bara Desa Simpang Empat, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan dengan koordinat S 03° 14' 55,9" - E 115° 04' 23,2". Sifat fisika tanah sebelum perlakuan: BD tinggi, tetapi pori aerasi, air tersedia dan permeabilitas rendah. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan introduksi, yaitu penggunaan mukuna sebagai sumber bahan organik, kompos *insitu*, pupuk kandang, serta *biochar* dapat memperbaiki sifat kimia tanah lahan bekas tambang batubara (Tabel 25).

Tabel 25 . Pengaruh perlakuan introduksi terhadap sifat kimia di lahan bekas tambang setelah 2 tahun penelitian di Simpang Empat, Banjar, Kalimantan Selatan, tahun 2015.

Perlakuan	pH	Bahan Organik		HCl 25%		KTK
	H ₂ O	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
		----(%)----		(mg/100g)		Cmol(+)/kg
Tanaman penutup tanah (<i>LCC</i>)	7,5	2,41	0,19	22	229	7.50
Pupuk kandang + <i>LCC</i>	7,5	3,27	0,30	23	241	6.92
Kompos <i>insitu</i> + <i>LCC</i>	6,6	2,03	0,16	9	74	8.83
Residu pembenah tanah + <i>LCC</i>	6,3	2,09	0,16	13	129	7.09
Residu pembenah tanah + pukan + <i>LCC</i>	7,2	2,65	0,21	28	123	7.99
Residu pembenah tanah + kompos <i>insitu</i> + <i>LCC</i>	6,9	2,57	0,24	74	174	7.94
Kontrol (tanpa perlakuan)	5,3	1,92	0,15	34	139	6.70

Populasi total bakteri pada perlakuan tanaman penutup tanah (*LCC*) sebesar $1,63 \times 10^8$ cfu/g (Tabel 26), pada perlakuan residu pembenah tanah + *LCC* populasi bakteri $4,77 \times 10^9$. Hasil ini menunjukkan bahwa tanaman penutup tanah (*LCC*) + residu pembenah tanah *biochar* SP 50 meningkatkan populasi bakteri. Sebaliknya populasi bakteri menurun pada perlakuan residu pupuk kandang (pukan) dan

kompos *insitu*. Pengamatan setelah tanam jagung menunjukkan bahwa populasi total bakteri pada perlakuan dengan residu pembenah tanah meningkat dibandingkan sebelum tanam jagung. Pada perlakuan kontrol yang dibiarkan berumput meningkatkan kelembapan tanah dibandingkan tanah terbuka sehingga populasi bakteri tumbuh dengan baik.

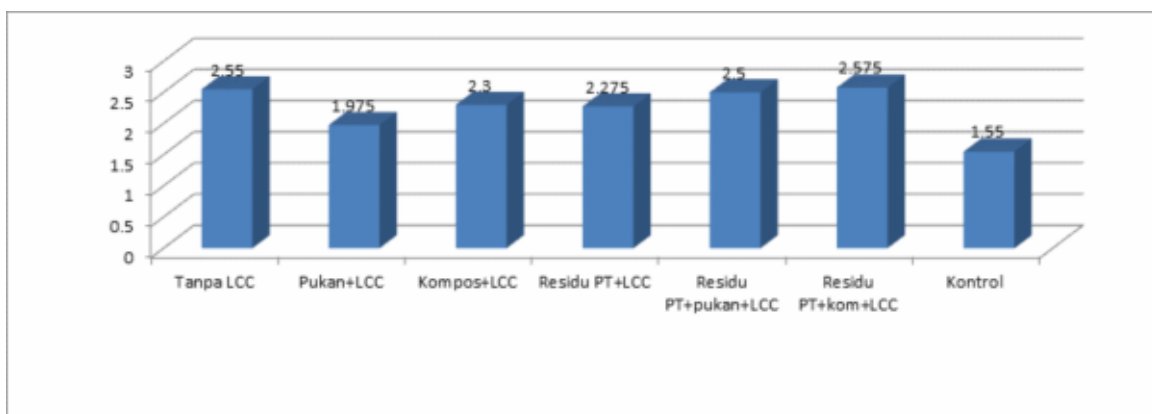
Tabel 26. Total Bakteri tanah dan aktivitas dehidrogenase pada saat sebelum tanam dan setelah ditanami jagung pada penelitian di Simpang Empat, Banjar, Kalimantan Selatan, tahun 2015.

Perlakuan	Total bakteri		Aktivitas dehidrogenase	
	Sebelum tanam	Setelah panen	Sebelum tanam	Setelah panen
cfu/g tanah.....		--ug TPF/g tanah/hari--	
Tanaman penutup tanah (LCC)	$1,63 \times 10^8$	$6,57 \times 10^8$	10,374	75,977
Pupuk kandang + LCC	$6,52 \times 10^9$	$9,15 \times 10^8$	12,732	164,139
Kompos <i>insitu</i> + LCC	$5,68 \times 10^9$	$5,36 \times 10^8$	8,671	180,117
Residu pembenah tanah +LCC	$4,77 \times 10^9$	$1,78 \times 10^9$	1,721	37,438
Residu pembenah tanah + pukan + LCC	$5,14 \times 10^7$	$1,81 \times 10^8$	9,734	83,98
Residu pembenah tanah + kompos <i>insitu</i> + LCC	$7,14 \times 10^7$	$6,12 \times 10^8$	4,590	69,361
Kontrol (tanpa perlakuan)	$9,91 \times 10^7$	$5,04 \times 10^8$	3,207	24,695

Keterangan : Sebelum tanam jagung = setelah aplikasi perlakuan

Pada semua perlakuan setelah panen jagung menunjukkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas dehidrogenase tanah dibandingkan sebelum tanam, peningkatan aktivitas dehidrogenase tertinggi pada perlakuan Kompos *insitu* + LCC. Pada perlakuan tersebut, aktivitas dehidrogenase sebelum tanam sebesar 8,671 ug TPF/g tanah/hari meningkat menjadi 180,117 ug TPF/g tanah/hari atau meningkat sebesar 19,77 kali pada saat panen jagung.

Teknologi rehabilitasi lahan bekas tambang yang berupa pengelolaan bahan organik seperti penggunaan pembenah tanah organik, kompos insitu, pupuk kandang dan penanaman mukuna sebagai sumber bahan organik tanah adalah komponen teknologi yang mampu meningkatkan kualitas lahan bekas tambang batubara. Teknologi rehabilitasi ini dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta meningkatkan aktivitas biologi tanah dan hasil jagung (Gambar 48).



Gambar 48. Hasil pipilan kering (t/ha) jagung pada penelitian di Simpang Empat, Banjar, Kalimantan Selatan, tahun 2015.

4.4 Teknologi Pengelolaan Lahan Sawah Salin

Lahan sawah salin ditandai oleh meningkatnya kadar garam dan daya hantar listrik (DHL) sampai di atas ambang batas toleransi tanaman padi atau tanaman pangan lainnya, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan hasil, bahkan tanpa menghasilkan gabah sama sekali.

Salah satu indikator tanah tersebut salin atau tidak dapat diduga dari daya hantar listrik di dalam air perkolasi, biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan di dalam tanah (Tabel 27).

Tabel 27. Rataan daya hantar listrik (DHL) air perkolasi, tanah, dan bobot kering hasil panen pada percobaan pemulihan lahan akibat intrusi air laut di Rumah Kaca Balittanah Sindang Barang, 2015

Perlakuan	DHL Air perkolasi		DHL Tanah		Bobot kering panen	
	1 MST	14 MST	1 MST	14	Jerami	Gabah
	----- dS/cm -----				----- g/pot -----	
Faktor 1: Varietas padi						
Varietas Ciherang	5664 A	377 B	527 A	373 B	220.2 A	64.3 A
Varietas Dendang	4843 B	439 A	541 A	444 A	214.3 B	62.6 B
Faktor 2: Pembena Tanah						
Tanpa Pembena	4590 b	397 b	476 b	387 b	222.2 ab	56.9 c
Gypsum	5748 ab	283 c	599 a	293 c	212.0 ab	64.1 ab
SP50	4721 ab	473 ab	543 ab	455 ab	224.0 a	71.6 a
Volcanorfs 532	5954 a	479 a	517 ab	499 a	210.9 b	61.3 b
Interaksi faktor 1 dan faktor 2						
Ciherang tanpa pembena	4558 st	336 pq	472 r	336 r	228.8 pq	52.9 s
Ciherang + Gypsum	6592 q	300 pq	606 p	300 rs	211.5 qr	66.3 q
Ciherang + SP50	3998 t	440 pq	534 qr	404 qr	216.1 r	73.9 p
Ciherang + Volcanorfs 532	7506 p	432 pq	496 qr	452 pq	224.4 q	64.1 qr
Dendang tanpa pembena	4622 s	458 pq	480 qr	438 q	215.5 qr	60.7 qr
Dendang + Gypsum	4904 rs	266 q	592 pq	286 s	212.6 qr	61.8 qr
Dendang + SP50	5444 r	506 pq	552 pq	506 pq	231.9 p	69.4 pq
Dendang + Volcanorfs 532	4402 st	526 p	538 q	546 p	197.3 s	58.5 r

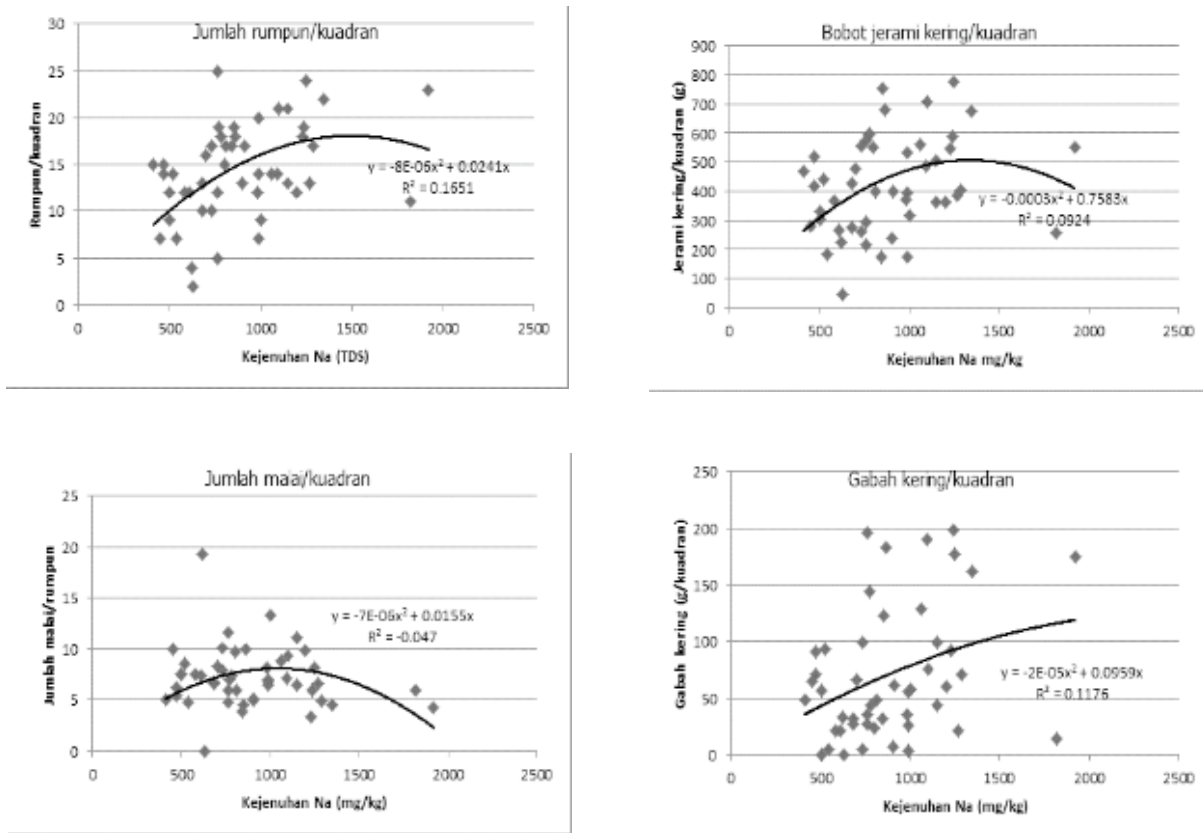
Hubungan antara kejenuhan natrium di dalam tanah dengan keragaan tanaman padi pada lahan sawah salin di Desa Cemara, Kecamatan Cantigi, Kabupaten Indramayu disajikan dalam Gambar 49. Kadar natrium mencapai <1500 mg/kg mempengaruhi jumlah rumpun padi yang bertahan hidup sampai menghasilkan gabah. Jumlah kematian tanaman padi bergantung kepada umur tanaman *pasca transplanting*, masa kritis terjadi pada saat tanaman padi berumur 1 – 27 hari setelah tanam (HST). Jika kandungan natrium

tinggi maka sejak tanaman berumur 4 HST mulai terjadi kematian, tingkat kematian ini terus bertambah bahkan dapat mencapai 100% ketika kandungan natrium mencapai > 1000 mg/kg, tanah atau di dalam air > 2000 mg/liter.

Keberhasilan pengelolaan lahan sawah salin dimulai dengan keberhasilan mengencerkan kandungan natrium, memindahkannya (mengalirkan) ke luar petak-petak sawah, dan terakhir mengembalikan kesuburan fisik tanah

dengan menambahkan pembenah tanah. Pengenceran natrium sangat bergantung kepada air irigasi, sebab air irigasi yang dapat

digunakan untuk mengencerkan natrium adalah air segar yang mempunyai DHL sangat rendah, < 1 dS/cm.



Gambar 49. Hubungan keragaan tanaman padi dengan kejenuhan natrium dalam tanah, Cantigi, Indramayu, 2015

4.5 Teknologi Pengelolaan Hara Berbasis Tanaman Pangan dan Hortikultura pada Lahan Kering Suboptimal

Salah satu lahan suboptimal yang diusahakan untuk tanaman pangan (kedelai) yaitu diantaranya adalah lahan kering masam. Luas lahan kering masam di Indonesia sekitar 102,8 juta ha yang didominasi oleh tanah Ultisols dan Oxisols. Pembatas kimia tanah tanaman pangan pada tanah ini adalah reaksi tanah masam, kadar Al dapat ditukar dan fiksasi P tinggi, kandungan bahan organik, basa-basa dapat ditukar, kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa dan aktivitas biologi yang rendah. Faktor pembatas sifat fisik tanah, antara lain yaitu BD tanah yang tinggi, serta kapasitas menahan air yang rendah dan mudah memadat. Selain

tanaman pangan, hortikultura berpohon juga sudah banyak dikembangkan pada lahan kering masam yang umumnya dibudidayakan secara monokultur. Optimalisasi penggunaan lahan kering masam dengan menanam tanaman pangan dan hortikultura secara tumpang sari bisa memberikan dampak positif terhadap pengelolaan lahan dan pendapatan petani.

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan komponen pengelolaan hara pada tanaman pangan (kedelai) pada lahan kering suboptimal dan mendapatkan informasi karakteristik/sifat kimia dan biologi tanah pada sistem pertanaman manggis-pepaya dan

manggis – pisang *existing* pada lahan kering masam. Pada T.A. 2015 dilakukan 2 kegiatan yaitu 1) penelitian teknologi pengelolaan hara pada tanaman pangan (kedelai) pada lahan kering suboptimal di KP. Taman Bogo, Lampung; 2) evaluasi karakteristik/ sifat kimia, fisika dan biologi tanah pada sistem pertanaman manggis-pepaya dan manggis pisang *existing* di KP. Balitbu Solok, Sumbar. Kegiatan 1 menggunakan ukuran petak percobaan 4 m x 5 m. Tanaman indikator kedelai varietas Grobogan, dengan jarak tanam 15 cm x 40 cm. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan perlakuan petak terpisah (*split plot*) dengan 3 ulangan:

Petak utama: Ameliorasi (A)

1. A1= Kaptan 1,23 t/ha,- setara kadar Al
2. A2 = Kaptan 200 kg/ha, - Dosis *biochar* 2,5 t/ha
3. A3 = Kapur aktif 200 kg/ha
- Urea 50 kg/ha, SP-36 200 kg/ha, KCl
4. A4 = *Biochar* 150 kg/ha, Rhizobium 250 g/ha, pupuk organik 2 t/ha

5. A5 = Senyawa humat

Anak Petak: Pemupukan (B)

1. B1 = Kontrol
2. B2 = NPK
3. B3 = $\frac{3}{4}$ NPK
4. B4 = $\frac{3}{4}$ NPK + pupuk organik 2 t/ha

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh ameliorasi dan pemupukan tidak menunjukkan interaksi yang nyata terhadap bobot biji kering kedelai. Pemberian kapur pertanian dosis 1,23 t/ha nyata meningkatkan Ca-dd, KB dan menurunkan Al-dd setelah panen,serta meningkatkan bobot biji kering kedelai (Tabel 28). Pemupukan $\frac{3}{4}$ NPK + tithoganic 2 t/ha nyata meningkatkan P dan K potensial, Mg-dd, K-dd dan menurunkan Al-dd setelah panen, meningkatkan bobot biji kering kedelai sebesar 0,88 t/ha. Terjadi peningkatan bobot biji kering 43% dibanding kontrol dan 24% dibandingkan $\frac{3}{4}$ NPK (Tabel 29) serta meningkatkan serapan N, P, dan K.

Tabel 28. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap sifat kimia tanah setelah panen kedelai di Desa Taman Asri, Lampung Timur, MK 2015.

No.	Perlakuan	Sifat kimia tanah								
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	K	Na	KTK	KB	Al
		mg/100g		cmol (+)/kg						
Petak Utama										
1.	Katan1,23 t/ha	27 A*	5,92 B	2,66 A	0,31 B	0,10 B	0,06 a	6,25 A	50A	1,06 C
2.	Kaptan 200 kg/ha	26,83 A	6,25 B	1,81 B	0,33 B	0,11 B	0,06 a	6,36 A	37 B	1,41 B
3.	Kapur aktif 200 kg/ha	29,92 A	7,33 B	1,57 BC	0,33 B	0,11 B	0,04 b	6,36 A	32 BC	1,51 B
4.	Biochar	35,5 A	12,33 A	1,31 C	0,41 A	0,22 A	0,04 b	6,14 A	32 BC	1,50 B
5.	Senyawa humat	30,83 A	6,25 B	1,11 C	0,30 B	0,11 B	0,04 b	6,13 A	26 C	1,78 A
Anak Petak										
1.	Kontrol	24,07 b	4,87 c	1,69 a	0,31 b	0,08 b	0,04 a	6,18 a	34 a	1,55 a
2.	NPK	27,13 b	8,27 ab	1,63 a	0,32 b	0,15 a	0,05 a	6,16 a	35 a	1,52 ab
3.	$\frac{3}{4}$ NPK	27,73 b	7,60 b	1,67 a	0,32 b	0,14 a	0,05 a	6,29 a	35 a	1,42 ab
4.	$\frac{3}{4}$ NPK+Tithoganic t/ha	41,13 a	9,73 a	1,78 a	0,41 a	0,16 a	0,05 a	6,37 a	38 a	1,32 b

Tabel 29. Pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap bobot brangkas dan biji kering kedelai di Desa Taman Asri, Lampung Timur, MK 2015.

No.	Perlakuan	Bobot kering (t/ha)	
		Brangkas kedelai	Biji kedelai
<u>Petak Utama</u>			
1.	Kapur pertanian 1,23 t/ha	0,92 A *)	0,90 A
2.	Kapur pertanian 200 kg/ha	0,77 AB	0,70 B
3.	Kapur aktif 200 kg/ha	0,76 AB	0,67 B
4.	<i>Biochar</i>	0,66 B	0,59 B
5.	Senyawa humat	0,59 B	0,57 B
<u>Anak petak</u>			
1.	Kontrol	0,53 c	0,50 c
2.	NPK	0,74 b	0,69 b
3.	$\frac{3}{4}$ NPK	0,74 b	0,67 b
4.	$\frac{3}{4}$ NPK + tithoganic 2 t/ha	0,93 a	0,88 a

Evaluasi sifat kimia, fisika dan biologi tanah dilakukan pada TA 2015 pada sistem pertanaman manggis-pepaya dan manggis-pisang *existing* di KP Balitbu, Solok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat kimia tanah pada sistem pertanaman buah-buahan di Balitbu, Solok, Sumbar MK 2015 secara umum adalah bereaksi masam, kadar C-organik, P tersedia, basa-basa, KTK dan KB rendah. Pemupukan N tanpa pemberian mulsa

jerami dan pemupukan K meningkatkan kadar N, P dan K daun sirsak. Ameliorasi menggunakan Dolomit dan bahan organik, pemupukan N, P dan K diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman buah-buahan (Tabel 30). Sistem pertanaman manggis-pisang dengan perlakuan pemupukan K memberikan aktivitas dehidrogenase tertinggi yaitu 114,01 μg TPF/g sampel/24 jam.

Tabel 30. Sifat kimia tanah pada sistem pertanaman buah-buahan di Balitbu Solok, Sumbar MK. 2015

No.	Sistem pertanaman	pH H ₂ O	C-org %	N-total	C/N	P-tersedia .. ppm..	Ca	Mg cmol+/kg	K	Na
1.	Manggis-Pepaya (kapur)	4,7 b*	0,29 c	0,03 c	9	7,63 bc	2,25 cd	0,92 cd	0,15 b	0,18
2.	Manggis-Pepaya (K)	4,8 b	0,52 bc	0,05 bc	9,7	4,97c	1,55 d	0,65 d	0,19 b	0,07 a
3.	Manggis-pisang (K)	5,2 a	0,70 b	0,08 ac	9,3	6,63 bc	4,95 a	1,84 a	0,17 b	0,08 a
4.	Manggis-Pisang (N)	4,8 b	0,57 bc	0,06 bc	9,7	7,60 bc	3,93 ab	1,52 ab	0,23 a	0,09 a
5.	Sirsak (K)	4,7 b	0,70 b	0,07 ac	9,3	7.80 bc	2,58 cd	1,24 bc	0,94 b	0,20 a
6.	Sirsak (N)	4,4 c	0,73 b	0,08 ac	9,3	6,73 bc	2,54 cd	1,33 b	0,29 b	0,08 a
7.	Buah Naga	4,7 b	0,58 bc	0,06 bc	9,7	5,73 c	3,06 bc	1,59 ab	0,21 b	0,15 a
8.	Salak	5,1 a	1,37a	0,09 a	15,5	10,55 b	3,69 b	1,48 ab	0,09 b	0,08 a
9.	Rambutan	4,8 b	0,53 bc	0,05 bc	11	22,90 a	1,61d	0,83 d	0,23 b	0,05 a

Keterangan: * Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Sifat fisika tanah pada sistem pertanaman buah-buahan menunjukkan bahwa kadar air tanah sesaat, bobot isi/*bulk density* (BD), dan kerapatan jenis jarah/*particle density* (PD) berbeda untuk tataguna lahan dan posisi lereng yang berbeda. Tataguna lahan pertanaman Rambuta (Ra) mempunyai kadar air yang tertinggi, tataguna lahan Manggis + Pepaya (MP) mempunyai BD dan PD tertinggi sedangkan ruang pori total tidak berbeda antara tataguna lahan dan posisi lereng yang berbeda baik pada lapisan tanah atas (Tabel 31). Pada lapisan tanah bawah, tidak terdapat perbedaan BD, PD dan RPT antara tataguna

lahan maupun posisi lereng yang berbeda. Distribusi ruang pori baik untuk pori drainase cepat (PDC), pori drainase lambat (PDL), dan pori air tersedia (PAT) berbeda untuk tataguna lahan yang berbeda. Kemampuan tanah meretensi air tidak berbeda untuk tataguna lahan yang berbeda, namun tanah pada posisi lereng yang berbeda menyebabkan kemampuan tanah meretensi air yang berbeda. Lahan pertanaman Sirsak mempunyai permeabilitas tanah tertinggi dan berbeda dengan lahan pertanaman Manggis + Pepaya (MP) = Pisang + Manggis (PM) = Rambutan.

Tabel 31. Kadar air, BD, PD dan RPT lereng atas, tengah dan bawah di lapisan atas (0-30 cm) pada berbagai tataguna lahan (*landuse*) di Balitbu Solok, Sumbar MK.2015

Tataguna Lahan (<i>landuse</i>)		KA (% vol)	BD (g/cm ³)	PD (g/cm ³)	RPT (% vol.)
Manggis + Pepaya (MP)					
Posisi Lereng	atas	31.4 a*	1.0 a	2.3 a	57.7 a
	tengah	30.4 a	1.0 a	2.4 a	59.0 a
	bawah	29.0 a	1.0 a	2.3 a	58.1 a
<i>Rata-rata</i>		<i>30.3 B</i>	<i>1.0 A</i>	<i>2.34 A</i>	<i>58.3 A</i>
Pisang + Manggis (PM)					
Posisi Lereng	atas	37.6 a	1.0 a	2.3 a	56.3 b
	tengah	29.5 b	0.9 a	2.3 a	62.9 a
	bawah	29.5 b	0.9 a	2.3 a	62.9 a
<i>Rata-rata</i>		<i>32.2 AB</i>	<i>0.9 AB</i>	<i>2.31 AB</i>	<i>60.7 A</i>
Sirsak (Si)					
Posisi Lereng	atas	32.6 a	0.9 a	2.2 a	60.6 a
	tengah	32.6 a	0.9 a	2.2 a	61.8 a
	bawah	29.9 b	0.9 a	2.2 a	58.2 b
<i>Rata-rata</i>		<i>31.7 AB</i>	<i>0.9 AB</i>	<i>2.20 BC</i>	<i>60.2 A</i>
Rambutan (Ra)					
Posisi Lereng	atas	36.5 a	0.9 a	2.1 a	59.7 b
	tengah	37.2 a	0.8 a	2.2 a	62.4 a
	bawah	33.8 b	0.9 a	2.1 a	59.1 b
<i>Rata-rata</i>		<i>35.8 A</i>	<i>0.8 B</i>	<i>2.16 C</i>	<i>60.4 A</i>

Keterangan : KA = kadar air, BD = *bulk density*, PD = *particle density*, RPT= ruang pori total,

* angka yang diikuti huruf kecil atau huruf besar yang berbeda pada kolom yang sama berbeda pada taraf 5 % DMRT

4.6 Rekomendasi Pemupukan N, P, K Padi Gogo pada Lahan Kering Masam

Tingkat kesuburan lahan kering masam sangat beragam dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat pengelolaan petani, serta jenis tanaman yang ditanam. Kadar Al, Fe dan Mn oksida cukup tinggi tersedia dan mengganggu ketersediaan hara makro. Ameliorasi lahan kering sangat diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan hara P dan K. Metode ekstraksi hara pada tanah masam lahan kering untuk padi gogo, batas ketersediaan hara serta rekomendasi pemupukan P dan K belum banyak dipelajari. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode ekstraksi terbaik, batas ketersediaan hara P dan K, rekomendasi pemupukan hara N pada tanah Oxisol dan Ultisol, Lampung Timur.

Kegiatan penelitian terdiri dari 3 kegiatan, yaitu: 1) penelitian respon pemupukan hara N; 2) penelitian kalibrasi hara P; dan 3) penelitian alibrasi hara K. Petak percobaan dibuat berukuran 5 m x 4 m. Tanaman padi ditanam dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm. Benih padi ditanam dengan 3 – 5 butir per rumpun. Rancangan percobaan yang digunakan petak terpisah (*Split Plot Design*), setiap perlakuan diulang 3 kali. Dua varietas padi, yaitu Limboto dan Situ Patenggang sebagai *Main Plot*, dan 5 tingkat dosis pupuk N sebagai Sub Plot. Lima tingkat dosis pupuk N pada Sub Plot adalah 0, 45, 90, 135 dan 180 kg N/ha. Pupuk dasar yang digunakan adalah 200 kg SP-36/ha dan 100 kg KCl/ha..

Percobaan kalibrasi hara P untuk padi gogo menggunakan rancangan petak terpisah (*Split Plot Design*), dan diulang 3 kali. Status P buatan dibuat pada musim pertama digunakan sebagai *Main Plot*, dan 5 tingkat dosis pupuk P_2O_5 sebagai Sub Plot. Status P buatan dibuat berdasarkan kurva erapan P pada musim

pertama. Status hara P dibuat dengan pemberian pupuk P dengan dosis 0x (sangat rendah); $\frac{1}{4}x$ (rendah); $\frac{1}{2}x$ (sedang; $\frac{3}{4}x$ (tinggi); dan 1x (sangat tinggi).dimana x adalah jumlah P yang diperlukan untuk mencapai kadar 0,2 μg P per kg tanah. Pada musim pertama petak perlakuan berukuran 25 m x 6 m, dan ulangan 3 kali. Pupuk dasar yang digunakan adalah 300 kg urea, 150 kg KCl, 2 t pupuk kandang/ha, kapur diberikan untuk mencapai pH 5,50. Pada musim kedua dibuat percobaan pemupukan P di setiap status P tanah (hasil dari musim pertama). Petak percobaan setiap perlakuan pada musim pertama dibagi menjadi 5 masing-masing berukuran 5 m x 6 m. Lima tingkat dosis pupuk P yang digunakan sebagai Sub Plot adalah 0, 20, 40, 80 dan 180 kg P/ha.

Percobaan kalibrasi hara K menggunakan rancangan percobaan petak terpisah (*Split Plot Design*), setiap perlakuan diulang 3 kali. Status K buatan dibuat pada musim pertama digunakan sebagai *Main Plot*, dan 5 tingkat dosis pupuk K_2O sebagai Sub Plot.

Status K buatan dibuat berdasarkan kurva erapan K pada musim pertama. Status hara K dibuat dengan pemberian pupuk K dengan dosis 0x (sangat rendah); $\frac{1}{4}x$ (rendah); $\frac{1}{2}x$ (sedang; $\frac{3}{4}x$ (tinggi); dan 1x (sangat tinggi). x adalah jumlah K yang diperlukan untuk mencapai kadar 0,2 μgK per kg tanah. Pada musim pertama petak perlakuan berukuran 25 m x 6 m, dan ulangan 3 kali. Pupuk dasar yang digunakan adalah 300 kg urea, 150 kg SP-36, 2 t pupuk kandang/ha, kapur diberikan untuk mencapai pH 5,50.

Pada musim kedua dibuat percobaan pemupukan K di setiap status K tanah (hasil dari musim pertama). Petak percobaan setiap

perlakuan pada musim pertama dibagi menjadi 5 masing-masing berukuran 5 m x 6 m. Lima tingkat dosis pupuk K yang digunakan sebagai Sub Plot adalah 0, 20, 40, 80 dan 180 kg K/ha. Sumber pupuk K yang digunakan adalah KCl. Dosis pupuk urea yang akan diberikan adalah 300 kg/ha, dan dosis pupuk SP-36 sesuai status hara tanah yang dianalisis di laboratorium.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah yang digunakan untuk penelitian ini adalah Typic Hapludults. Tanah berkembang dari batuan sedimen masam (batu pasir/batu lempung bertufa dasitik). Kedalaman efektif tanah dalam (>100 cm), drainase baik dan permeabilitas sedang. Tanah lapisan atas tergolong agak tebal (21 cm), berwarna coklat kekuningan (10 YR 5/8 dan 7,5 YR 5/8), tekstur lempung, struktur tanah cukup gumpal halus sampai sangat halus, gembur, perakaran halus banyak, pori mikro banyak, reaksi tanah sangat masam (pH 4,4), C-organik rendah (1,41%), kejenuhan basa sangat rendah (<20%). Horison bawah tanah (21-115 cm) berwarna coklat kuat (10YR5/83) sampai dengan coklat kemerahan (7,5YR5/6). Tekstur lempung, struktur gumpal agak membulat sedang, agak teguh. Tampak ada kenaikan lempung dan selaput lempung tipis pada kedalaman 21-115 cm. Kandungan C-organik sangat rendah dan menurun secara teratur dengan kedalaman tanah.

Tekstur tanah kedalaman 0-21 cm lempung, tanah berkembang lanjut, tipe mineral didominasi oleh mineral 1:1 yaitu kaolinit dan halosit; pH (H_2O dan KCl) bereaksi sangat masam, sehingga ketersediaan hara menjadi rendah serta ada kemungkinan tanaman mengalami keracunan Al, Fe, dan Mn. Kondisi tanah yang demikian dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman padi gogo menjadi

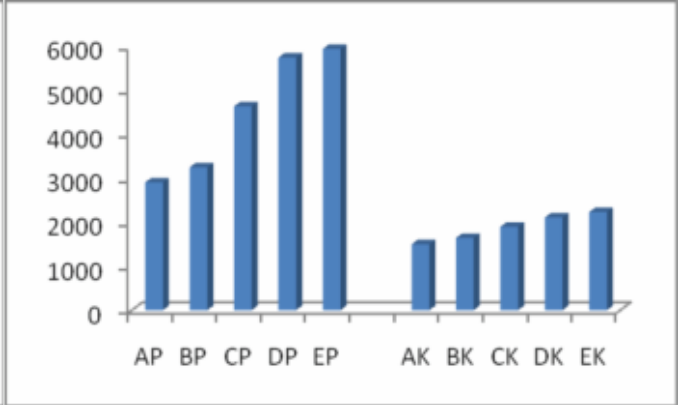
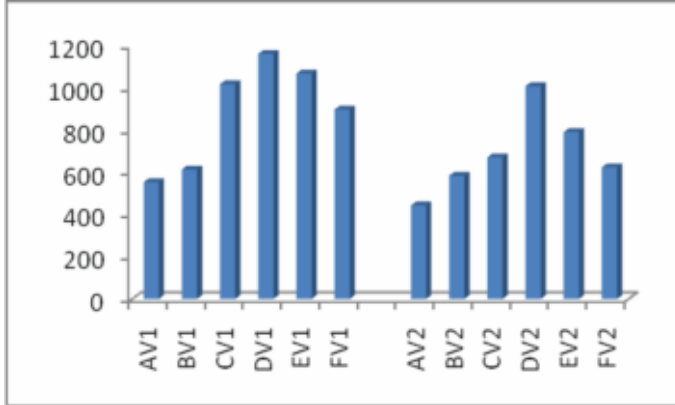
terhambat karena kekurangan unsur hara dan mengalami keracunan. Kadar P_2O_5 dan K_2O ekstrak HCl 25% masing-masing sedang sampai dengan sangat rendah; kadar P tersedia (Bray 1) tergolong sedang; retensi P tergolong tinggi, sehingga ketersediaan fosfat tanah dan efisiensi pemupukan fosfat rendah. Kapasitas pertukaran kation (KPK) dan tingkat kejenuhan basa tergolong rendah, yang menunjukkan bahwa tanah telah mengalami pelindian yang berat. Daya sangga kimiawi tanah lemah, sehingga kation-kation seperti K, Ca, dan Mg mudah terlindi yang mengakibatkan tanah menjadi miskin hara dan kompleks pertukaran akan disominasi oleh ion Al yang dapat meracuni tanaman.

Pemupukan N berpengaruh nyata terhadap berat gabah kering giling (GKG) padi gogo yang ditanam di lahan kering masam Lampung Timur, begitu juga varietas juga memberikan respon yang berbeda terhadap pemupukan N yang diberikan. Varietas Lomboto nampaknya lebih respon terhadap pemupukan N dibandingkan dengan varietas Situ Patengang. Pengaruh tingkat dosis pupuk N menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis N hasil gabah kering giling (GKG) semakin tinggi dan baru mengalami penurunan pada dosis N 180 kg/ha (Gambar 50). Hasil ini menunjukkan bahwa walaupun N berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman padi, tetapi jika pemberiannya melebihi yang diperlukan tanaman, maka akan menunjukkan pengaruh yang negatif. Ini sesuai dengan hukum minimum Leibig, yang menyatakan jika suatu unsur ditambahkan maka tingkat produktivitas tanaman akan ditentukan oleh jumlah unsur yang paling sedikit.

Pemupukan P responnya lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk K. Semakin tinggi

dosis pupuk P dan K berat menghasilkan gabah kering giling semakin tinggi, namun peningkatan gabah kering giling lebih tinggi pada pupuk P dibandingkan dengan pupuk K (Gambar 51).

Gambar 52 menunjukkan profil tanah Typic Hapludult dan keragaan tanaman pada gogo MT-1 di Lampung Timur



Gambar 50. Respon dosis pupuk N pada dua varietas padi gogo terhadap GKG (kg/ha) pada Ultisol Lampung Timur

Gambar 51. Respon dosis pupuk P dan K terhadap GKG padi gogo (kg/ha) pada Ultisol di Lampung Timur

V1. Limboto, V2 Situ Patenggang
Tingkat dosis N : A, B, C, D, E

Tingkat dosis : A, B, C, D, E untuk pupuk P dan K



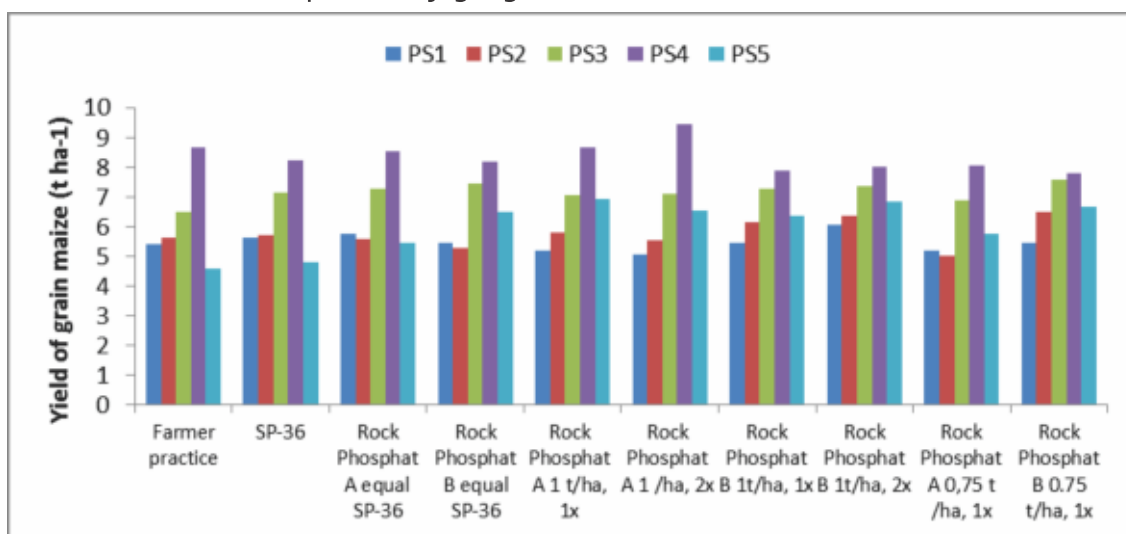
Gambar 52. Penampang profil Ultisol dan keragaan tanaman percobaan di Lampung Timur

4.7 Teknologi Peningkatan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Kelapa Sawit dan Jagung

Kegiatan ini merupakan kerjasama penelitian antara Balai Penelitian Tanah dengan OCP S.A Maroko yang dimulai pada tahun 2013 hingga 2015. Penelitian bertujuan untuk: 1) mengevaluasi penggunaan langsung *rock phosphate* untuk tanaman jagung dan kelapa sawit, dan 2) mendapatkan dosis *rock phosphate* yang terbaik untuk rekomendasi pemupukan pada jagung dan kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan di 3 propinsi, yaitu: Riau, Lampung, dan Kalimantan Selatan. Sebanyak 10 perlakuan diuji dalam penelitian ini, yaitu: 1 perlakuan kebiasaan petani dan 9 perlakuan menguji dosis pemupukan RP-alam dari Maroko.

Hasil penelitian aplikasi *rock phosphate* pada tanaman jagung di Lampung (Gambar 53) menunjukkan bahwa kenaikan produksi jagung

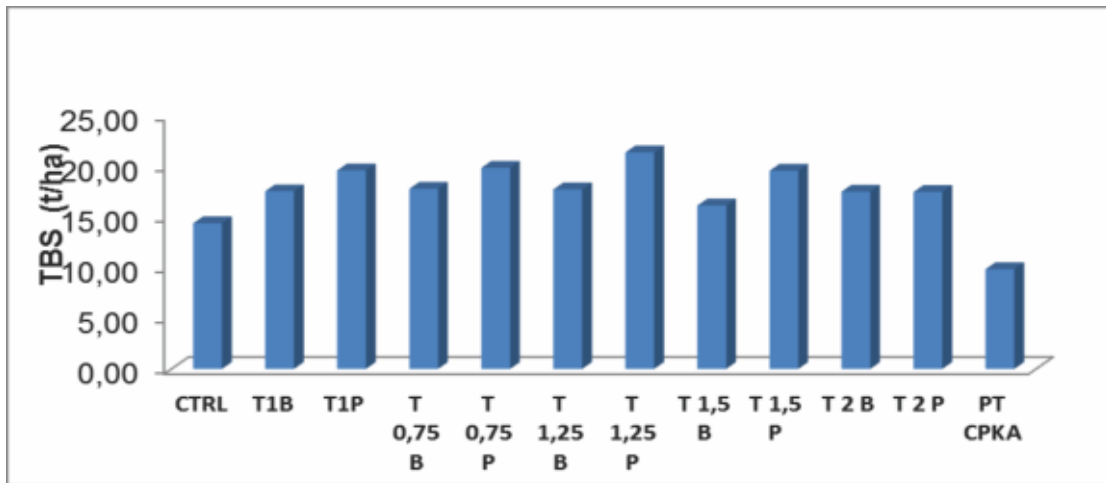
yang meningkat nyata dari MT 2 hingga 4 dan mulai menurun pada MT 5. Produktivitas jagung mencapai 8 t/ha atau dua kali lipat dibanding dengan produksi jagung nasional sebesar 4,5-5 t/ha. Pada MT 5, produktivitas mulai turun, dengan rata-rata mencapai 6 t/ha. Berdasarkan hasil MT 5, maka pada MT 6 mulai menambahkan kembali RPR sesuai dengan kebutuhan. Hasil jagung di Tanah laut, Kalimantan Selatan jauh lebih tinggi karena populasi tanaman mencapai 1,8 kali lebih rapat dibandingkan dengan percobaan Lampung. Rata-rata produktivitas jagung yang diberikan aplikasi RPR rata-rata di atas 12 t pipilan kering/ha, namun produktivitasnya mengalami penurunan pada MT 3, karena *uptake* hara yang lebih rakus. Dengan demikian aplikasi RPR perlu ditambahkan kembali untuk MT 4.



Gambar 53. Produktivitas jagung yang diberikan reaktif rock phosphate Maroko pada tanah Ultisols di Lampung

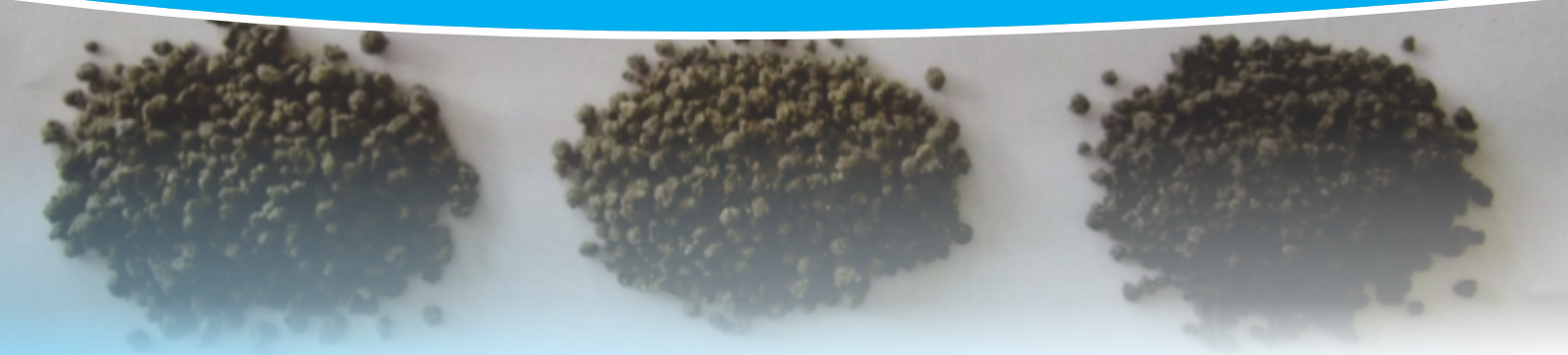
Hasil percobaan aplikasi RPR Maroko pada tanaman kelapa sawit di Kalsel menunjukkan peningkatan produksi tandan buah segar (TBS) hingga 15-20% dibandingkan produksi TBS kontrol (PT. CPKA) (Gambar 54). Demikian juga

dengan produksi TBS di Riau, yaitu menunjukkan peningkatan hasil yang hampir sama sekitar 15-20% dibandingkan dengan aplikasi pupuk NPK (kontrol) yang dilakukan oleh PT. SAP.



Gambar 54. Produksi TBS tanaman kelapa sawit dari Oktober 2014 hingga September 2015 di Jorong estate, Tanah Laut, Kalsel.

Produk Teknologi



5.1 Formulasi Pupuk Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

Pupuk dan pembenah tanah merupakan sarana produksi yang sangat vital dalam upaya meningkatkan produktivitas lahan sawah maupun lahan kering. Tujuan penelitian adalah untuk: 1) mendapatkan 1 (satu) formula larutan nutrisi tanaman dan informasi karakteristiknya; 2) mendapatkan 1 (satu) formula pupuk majemuk NPKSi untuk tanaman kelapa sawit; 3) mendapatkan 1 (satu) formula media tanam dan informasi karakteristiknya.

Formulasi pupuk organik dan anorganik dengan output formula larutan nutrisi hidroponik, formula pupuk NPKSi untuk tanaman sawit, dan formula media tanam untuk LED phonic dilaksanakan satu musim tanam 2015.

Hasil yang telah diperoleh adalah diselesaikannya 2 formula larutan nutrisi hidroponik yang dicobakan untuk tanaman tomat (Gambar 55). Hasil uji efektifitasnya menunjukkan bahwa formula larutan nutrisi 1 dan 2 memberikan produksi tomat yang cukup tinggi dan kompetitif dengan formula standar. Dengan demikian baik formula 1 dan 2 dapat kita gunakan sebagai alternatif formula larutan hidroponik. Untuk pupuk NPKSi telah diselesaikan 3 formula sebagai berikut (NPKSi, F1:12-10-20-6 untuk tanaman sawit TM; F2: 12-8-22-5 (P dari DAP untuk TBM); F3: 12-8-22-5 (P dari TSP untuk TBM) (Gambar 56).



Gambar 55. Instalasi hidrponik



Gambar 56. Formula pupuk NPKSi untuk tanaman kelapa sawit

5.2 Formula Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah dan Tanaman Kedelai

Penggunaan pupuk anorganik khususnya pupuk NPK dalam jangka pendek memberikan hasil memuaskan, tetapi dalam jangka panjang dapat menyebabkan kesuburan tanah menurun, kerusakan fisik tanah serta perubahan keseimbangan hara dalam tanah. Harga pupuk anorganik yang semakin mahal dan kadang sulit didapatkan, diperlukan adanya pupuk alternatif yang mampu meningkatkan produktivitas berbagai tanaman secara spesifik yang berkelanjutan, salah satunya adalah pupuk hayati.

Berbagai jenis bakteri telah banyak dimanfaatkan sebagai pupuk hayati dan penggunaannya telah berkembang, hal tersebut diindikasikan telah banyaknya pupuk hayati dengan berbagai bahan pembawa yang telah beredar dan telah diuji keefektifannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan

formula pupuk hayati yang sesuai untuk tanaman kedelai, dan lamanya masa penyimpanan pupuk hayati pada berbagai jenis bahan pembawa.

Bahan pembawa pupuk hayati yang sering digunakan adalah gambut, bahan pembawa lain seperti arang sekam, mineral hasil tambang lokal seperti dolomit, kaolin, dan fosfat alam perlu diuji untuk mendapatkan alternatif bahan pembawa yang juga dapat sesuai untuk formulasi pupuk hayati kedelai. Sekam padi merupakan sumber bahan organik yang mudah didapat yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembawa, sering dimanfaatkan sebagai bahan pembawa pupuk hayati fungi mikoriza. Karakteristik bahan pembawa yang digunakan disajikan pada Tabel 32 dan 33.

Tabel 32. Hasil analisis bahan pembawa mineral

Bahan Pembawa	pH%					 ppm			
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Al	Mo	Si
1. Dolomit	8,34	-	-	-	0,36	-	-	-	-	-	-
2. Fosfat alam	7,90	3,77	-	19,96	0,21	0,53	-	-	4	-	-
3. Kaolin	7,80	-	0,10	16,05	0,22	0,11	43327	507	-	-	7154
4. Zeolit	-	-	0,42	10,83	-	1,33	-	-	59567	-	7596

Keterangan (-) : tidak diukur

Tabel 33. Hasil analisis bahan pembawa organik

Bahan Pembawa	pH	C- org	N- total %ppm.....	Si kasar ..%..	
				P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg			Fe
1. Gambut	4,93	24,54	0,79	0,09	0,11	2,42	0,46	23732	486	61,80
2 Biochar (sekam)	7,34	45,79	0,79	0,18	0,57	1,29	0,18	4138	160	7,96

Penelitian terdiri atas 2 seri kegiatan, yaitu kegiatan seri 1 menguji beberapa formula mikroba ke dalam berbagai bahan pembawa. Formula mikroba yang diuji terdiri atas bakteri *Azotobacter* sp, *Rhizobium* sp, dan bakteri pelarut fosfat. Isolat yang digunakan yaitu *Azotobacter* sp A852, *Rhizobium* sp Rb4, bakteri pelarut fosfat isolat PMLG852 dan P141. Formula mikroba dalam pupuk hayati yang diuji terdiri atas 3 formula yaitu 1), tanpa mikroba (I1); b) A852+Rb4+PMLG852 (I2); dan c) A852+Rb4+ +PMLG141 (I3). Berbagai bahan pembawa yang digunakan disajikan pada Tabel 34.

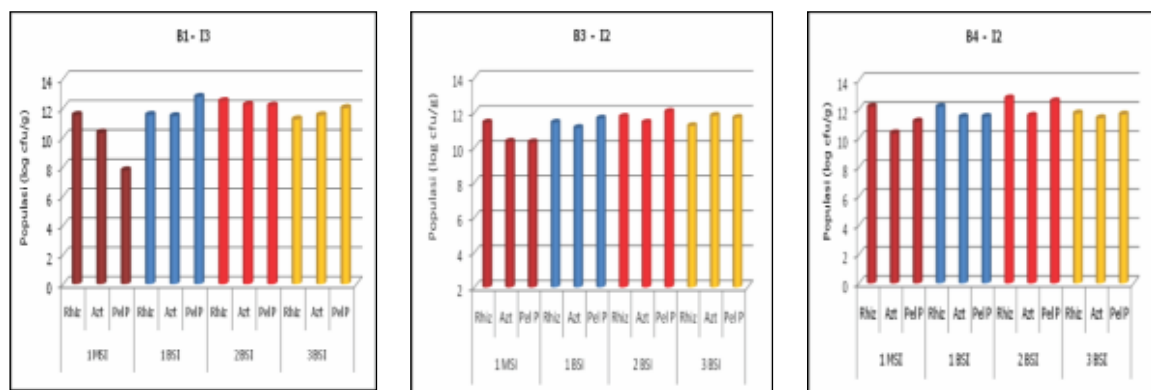
Tabel 34. Formula bahan pembawa/*carrier*

No	Formula bahan Pembawa	Komposisi
1.	B1	Gambut+kaptan
2.	B2	Gambut+kaptan+fosfat alam
3.	B3	Gambut+kaolin
4.	B4	Gambut+kaolin+fosfat alam
5.	B5	Gambut+zeolit
6.	B6	Gambut+zeolit+fosfat alam
7.	B7	<i>Biochar</i> +kaptan
8.	B8	<i>Biochar</i> +kaptan+fosfat alam
9.	B9	<i>Biochar</i> +kaolin
10.	B10	<i>Biochar</i> +kaolin+fosfat alam
11.	B11	<i>Biochar</i> +zeolit
12.	B12	<i>Biochar</i> +zeolit+fosfat alam

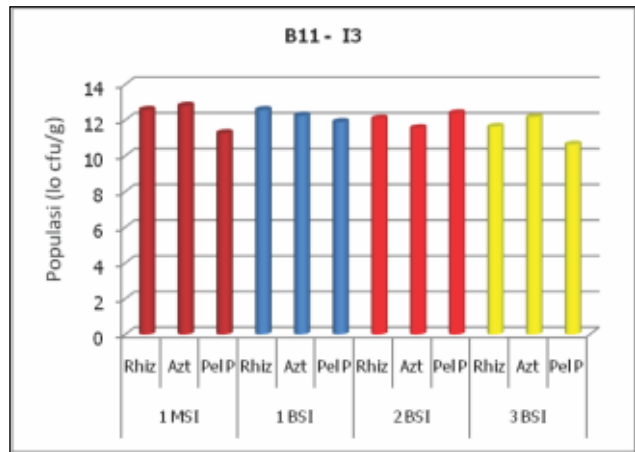
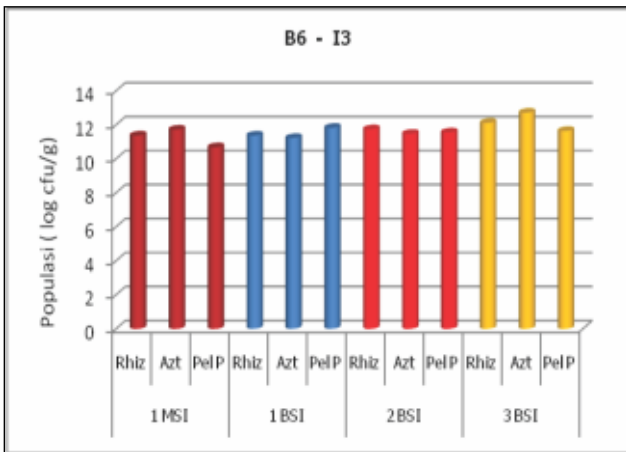
Populasi mikroba dihitung menggunakan metode *total plate count* (TPC) untuk masing-masing mikroba multi fungsi yang terdapat dalam formula tersebut. Semua formula tersebut diujikan pada tanaman kedelai dalam kegiatan seri 2 pupuk hayati tersebut.

Pada kegiatan seri 2, sebanyak 36 perlakuan terdiri atas 12 perlakuan *carrier* dan 3 perlakuan inokulasi mikroba (I₁, I₂ dan I₃), diuji pada tanah masam dengan indikator kedelai varietas Anjasmoro. Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok faktorial, dengan 3 ulangan. Dua biji kedelai yang sudah diinokulasi dengan masing-masing prototipe inokulan dari masing-masing perlakuan ditumbuhkan pada 5 kg tanah (non-setril) pada pot atau ember plastik polietilen.

Hasil pengamatan terhadap viabilitas (ketahanan hidup) bakteri penambat N (*Rhizobium* sp, *Azotobacter* sp) dan bakteri pelarut fosfat pada berbagai bahan pembawa menunjukkan bahwa mikroba dalam prototipe formula pupuk hayati yang diujikan mampu bertahan hidup pada penyimpanan 3 bulan dengan populasi sebesar 10⁸-10¹² cfu/g. Viabilitas mikroba dan masa penyimpanan pupuk hayati B₁I₃, B₃I₂, B₄I₂, B₆I₃ dan B₁₁I₃ ditampilkan pada Gambar 57 dan 58



Gambar 57. Populasi bakteri *Rhizobium* sp, *Azotobacter* sp dan bakteri pelarut fosfat formula B₁I₃, B₃I₂ dan B₄I₂ pada masa penyimpanan 1 MST – 3 BST



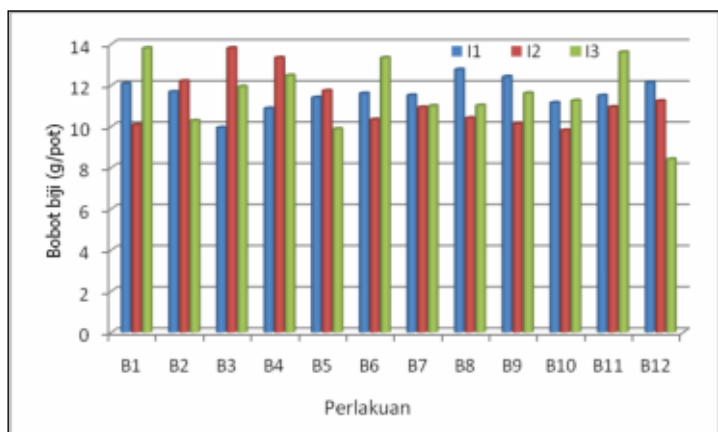
Gambar 58. Populasi bakteri *Rhizobium* sp, *Azotobacter* sp dan bakteri pelarut fosfat formula B₆I₃, dan B₁₁I₃ pada masa penyimpanan 1 MST – 3 BST

Formula bahan pembawa dan formula mikroba tidak menunjukkan interaksi nyata pada tinggi tanaman, bobot kering akar, dan bobot polong isi, namun menunjukkan interaksi yang nyata terhadap bobot kering tanaman, jumlah bintil,

jumlah polong isi, jumlah biji, dan bobot biji. Lima prototipe formula pupuk hayati B₁I₃, B₃I₂, B₄I₂, B₆I₃ dan B₁₁I₃ menghasilkan bobot biji tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 59 dan 60)



Gambar 59. Prototipe formula pupuk hayati untuk kedelai



Gambar 60. Bobot biji kedelai pada berbagai prototipe formula pupuk hayati kedelai

5.3 Teknologi Produksi Pupuk dan Pembenh Tanah

Karakteristik sumberdaya lahan yang sangat beragam menghendaki input pupuk dengan jenis dan kuantitas yang beragam pula. Rendahnya tingkat efisiensi pemupukan diduga salah satu penyebabnya adalah jumlah dan jenis hara yang diberikan tidak sesuai dengan karakteristik tanah dan kebutuhan tanaman. Formula pupuk spesifik untuk berbagai komoditas seyogyanya menjadi arah bagi pengembangan industri pupuk nasional. Salah satu komoditas penting adalah tanaman kedelai yang telah dianggap sebagai komoditas strategis.

Penelitian bertujuan untuk: (1) Menyempurnakan formula pupuk dan pembenh tanah yang telah dihasilkan dalam skala laboratorium menjadi layak produksi secara komersial; (2) Menguji produksi dan mengevaluasi karakteristik fisik dan mutu formula pupuk dan pembenh tanah yang disempurnakan dan (3) Menguji efektivitas pupuk dan pembenh tanah yang disempurnakan.

Penelitian meliputi 3 sub kegiatan yaitu: (1) Penyempurnaan formula pupuk anorganik Pugam A dan Pupuk Silika, (2) Penyempurnaan bahan pembawa pupuk hayati melalui proses sterilisasi dan (3) Uji efektivitas pupuk organik pukan plus untuk lahan kering masam. Kegiatan penyempurnaan Pugam A dilakukan dengan menambahkan bahan yang mampu

meningkatkan kelarutan pupuk. Pupuk Si diformulasi dengan melakukan pemurnian Si dari bahan bakunya antara lain dari *fly ash*. Kegiatan penyempurnaan formula pupuk hayati dilakukan dengan melakukan perubahan dalam proses sterilisasi bahan pembawa (*carrier*) bahan aktif pupuk hayati berupa jamur patogen serangga. Uji efektivitas Pukan plus dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan adalah 4 tingkat dosis pukan plus, 3 tingkat dosis kaptan sebagai amelioran standar dan 1 perlakuan kontrol. Tanah yang digunakan adalah tanah Podsolik Merah (Oxisols) Gunung Sindur Jawa Barat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 2 formula Pugam yang disempurnakan cepat larut dibandingkan dengan formula sebelumnya (Gambar 61). Pugam formula 1 maupun formula 2 meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung sangat nyata pada tanah gambut. Pada perlakuan kontrol dan NPK konvensional, tanaman jagung pertumbuhannya sangat tertekan dan kerdil karena akar tanaman tidak berkembang. Perlakuan Pugam memperbaiki pertumbuhan akar dan meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan berat kering tanaman (Tabel 35 dan Gambar 62). Diantara 2 formula yang dicoba tersebut, Pugam formula 1 menunjukkan efek yang lebih baik dibandingkan dengan Pugam formula 2.



Gambar 61. Proses produksi pupuk Pugam

Tabel 35. Berat kering tanaman dan berat kering akar tanaman jagung pada perlakuan Pugam formula 1 dan formula 2

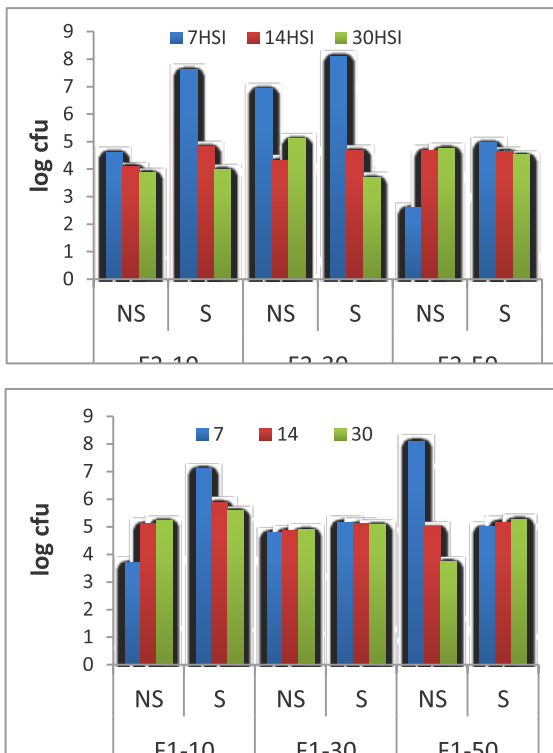
Perlakuan	Berat Kering Tanaman (gr/tanaman)		Berat Kering Akar (gr/tanaman)	
	Pugam-F1	Pugam-F2	Pugam-F1	Pugam-F2
Kontrol	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
NPK Konv	0.00 a	0.50 a	0.00 a	0.10 a
Pugam- 500	13.57 b	7.17 b	3.33 b	1.77 ab
Pugam - 1000	19.30 c	9.80 b	3.43 b	1.97 ab
Pugam - 1500	22.30 cd	17.90 c	4.03 b	3.73 bc
Pugam - 2000	25.57 d	24.13 c	4.40 b	4.25 c



Gambar 62. Pertumbuhan tanaman pada perlakuan Pugam formula 1 (kiri) dan Pugam formula 2 (kanan)

Formulasi pupuk silika dimulai dengan penghalusan ukuran butir (*crushing*) *fly ash* dan selanjutnya diayak menggunakan ayakan 40 *mesh*. Tahap pengasaman dilakukan untuk meningkatkan kelarutan silikat dilakukan dengan menambahkan asam fosfat dan diinkubasikan selama 1 minggu. Proses granulasi pupuk silika dengan bahan baku *fly ash* tergolong sangat mudah dan butiran granul yang dihasilkan memiliki kekerasan yang tinggi. Prosentase granulasi untuk membentuk pupuk granul berukuran 2 – 5 mm tergolong tinggi, sehingga ukuran granul *off size* yang akan diulangi proses granulasinya menjadi sedikit.

Pupuk hayati menunjukkan bahwa penambahan molase 30% baik pada formula yang disterilisasi maupun tidak disterilisasi, menghasilkan viabilitas sel jamur yang lebih stabil sampai dengan hari ke 30 (Gambar 63).



Gambar 63. Viabilitas *B. bassiana* dalam Formula 1 (atas) dan Formula 2 (bawah) diinkubasi selama 30 hari

Hasil penelitian uji efektivitas Pukan plus menunjukkan bahwa perlakuan dengan amelioran alternatif Pukan plus menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik, yang ditandai

dengan berat masa tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dolomit. Hasil berat kering tanaman menunjukkan semakin tinggi dosis Pukan plus yang diberikan, semakin tinggi berat masa kering tanaman. Namun demikian, pemberian Pukan plus dengan dosis 1.500 kg/ha menunjukkan hasil berat kering tanaman yang optimal (Tabel 36).

Tabel 36 .Hasil berat basah dan berat kering tanaman jagung yang dipanen umur 49 HST, hasil uji efektivitas Pukan plus.

Perlakuan	Berat Tanaman (gram/pot)	
	Berat Basah	Berat Kering
Kontrol	4.03 a	0.40 a
Dolomit	10.83 b	1.33 b
Pukan-750	65.07 c	7.13 c
Pukan-1500	72.70 d	8.67 cd
Pukan-2250	87.77 e	10.07 d
Pukan-3000	105.80 f	10.65 d

6.1. Sistem Informasi Pengelolaan Konservasi Tanah

Pada pengelolaan lahan kering, fenomena erosi di alam sudah banyak diidentifikasi dan dikuantifikasi hubungan antar variabelnya sehingga melahirkan model-model prediksi erosi dengan akurasinya masing-masing. Beberapa model erosi yang paling banyak digunakan di dunia adalah *Universal Soil Loss Equation* (USLE), *Watershed Erosion Prediction Project* (WEPP), *Agricultural Non-Point Source* (AGNPS), *Areal Non-point Source Watershed Environment Response Simulation* (ANSWERS), dan *Chemical Runoff and Erosion from Agricultural Management System* (CREAMS).

Dari banyak model yang telah diverifikasi dan diterapkan, USLE dan turunannya yaitu *Revised USLE* (RUSLE) dan *Modified USLE* (MUSLE), merupakan model yang paling banyak digunakan di seluruh dunia karena data yang dibutuhkan dan perhitungannya lebih sederhana dibandingkan dengan model yang lain. Seiring kesadaran bahwa kejadian erosi sangat berhubungan dengan karakteristik sumber daya lahan lokal dan belum tentu memiliki variabel yang sama dengan daerah lain, maka studi mengenai erosi semakin berkembang. Misalnya di dataran Eropa Barat yang telah mengembangkan model erosi spesifik lokasi dengan nama *ImpelERO* berbasis expert-system/jaringan syaraf.

Model erosi biasanya akurat untuk skala petak dan bias untuk skala yang lebih kecil. Kebutuhan akan model yang dapat memprediksi erosi dalam skala regional sangat dibutuhkan untuk perencanaan sumber daya lahan.

Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan teknologi spasial yang berkembang dengan pesat karena memang sangat dibutuhkan untuk pembangunan. Banyak

program bermanfaat yang dapat diintegrasikan dengan SIG ini untuk menambah kehandalan dan kemanfaatan program tersebut. Formula USLE yang telah dimodifikasi menjadi *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE), berkembang dengan dimasukkannya beberapa variabel yang berpengaruh terhadap erosi tanah dan aliran permukaan. Seiring dengan kemajuan teknologi, modifikasi formula USLE tersebut sudah dapat diintegrasikan ke dalam SIG. Fasilitas MUSLE sudah dapat ditemukan pada perangkat lunak Arc GIS, sebuah software spasial kartografi yang sudah digunakan secara luas di dunia, dengan nama Arc MUSLE.

Integrasi model erosi dengan SIG yang dipublikasikan di *web* merupakan sebuah tuntutan di era informasi sekarang ini. Model yang terintegrasi dengan *web* yang direncanakan oleh Balai Penelitian Tanah merupakan suatu terobosan untuk mendongkrak kualitas sumber daya manusia pertanian dalam pengelolaan sumber daya lahan pertanian sehingga mampu mewujudkan pembangunan pertanian berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menyusun sistem informasi konservasi tanah berbasis *web* dan spasial di Prov. Jawa Timur.

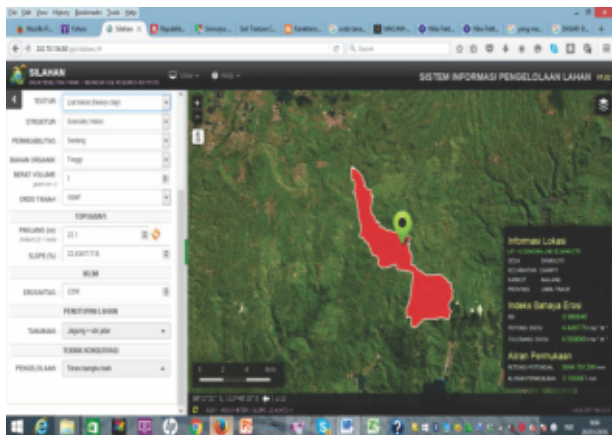
Lokasi penelitian yaitu di prov. Jawa Timur, diperlukan bahan berupa Peta Tanah Provinsi Jawa Timur, Peta Erosivitas Hujan, Peta Administrasi, dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Pengolahan kartografi terhadap peta-peta tematik menggunakan program Arc GIS dengan didukung program spasial lain yang spesifik. Teknologi informasi untuk membangun bahasa pemrograman menggunakan program berbasis *open source*.

Sistem Informasi Pengelolaan Lahan (SILAHAN) ini merupakan teknologi informasi lahan

berbasis spasial dan *web* yang disusun oleh Tim Peneliti Balai Penelitian Tanah sejak TA 2013. Aplikasi SILAHAN dapat dilihat pada alamat <http://202.70.136.88/gis/silahan>. Data *input* yang dibutuhkan dalam aplikasi SILAHAN dapat dilihat pada Tabel 37 dan Gambar 64.

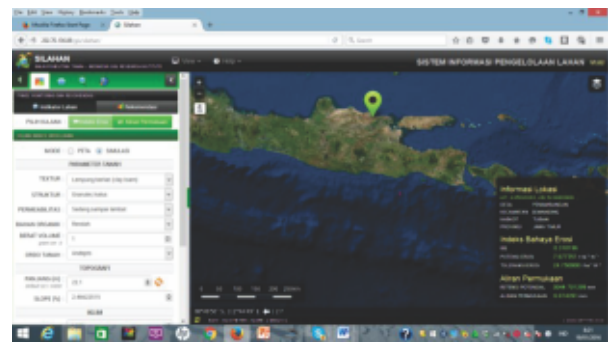
Tabel 37. Data input dalam SILAHAN

No	Data input
1	Peta Tanah
2	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)
3	Peta Administrasi
4	Data DEM
5	Data faktor konservasi (P)
6	Data faktor tanaman (C)
7	Data kedalaman sub ordo
8	Data kelas permeabilitas
9	Data kelas bahan organik
10	Data kelas tekstur
11	Data kelas struktur
12	Peta erosivitas



Gambar 64. Tampilan halaman depan SILAHAN

Dalam rangka mengetahui apakah aplikasi sistem informasi dapat dilakukan maka dilakukan simulasi seperti yang disajikan pada Gambar 2. Lokasi yang digunakan yaitu di Desa Srimulyo, Kec. Dampit, Kab. Malang. Parameter yang di-*input* yaitu tekstur termasuk liat berat, struktur granuler halus, bahan organik tinggi, berat volume 1 gr/cm³, sub ordo Udalf, penutupan lahan jagung + ubi jalar, dan pengelolaan teras bangku baik.



Gambar 65. Simulasi prediksi di Desa Srimulyo, Malang

Nilai erosi hasil pengukuran yaitu 1,5 t/ha/9 bulan dan IBE 0,3. Berdasarkan simulasi, hasil prediksi erosi sebesar 4,4 t/ha/tahun dengan nilai IBE yaitu 0,98. Dengan demikian nilai IBE hasil pengukuran dan hasil simulasi prediksi sama-sama kurang dari 1 yang menunjukkan bahwa lahan mempunyai potensi erosi yang masih dapat ditolerir serta tidak mengganggu produktivitas lahan.

Aplikasi SILAHAN dapat menggambarkan potensi bahaya erosi dari lahan pertanian, sehingga akan sangat bermanfaat dalam perencanaan pengelolaan lahan usaha tani. SILAHAN ini memiliki keunggulan mulai dari sistem operasi yang digunakan, kehandalan sistem, hingga *updating*:

- 1) *Sistem operasi*: sistem operasi menggunakan *Open Source*. Sistem ini dapat diintegrasikan dengan perangkat lunak lainnya dan terbuka untuk modifikasi. Penggunaan sistem operasi ini mengurangi risiko infeksi virus/*malware* dengan tingkat keamanan yang tinggi. Hal ini juga sejalan dengan himbuan pemerintah RI untuk kemandirian IT nasional.
- 2) *Kehandalan sistem*: sistem ini bekerja ringan pada kecepatan koneksi internet yang rendah. Fitur peta sudah cukup

lengkap mulai dari fitur *display* hingga analisis. Fitur penambahan peta spasial tematik yang tak terbatas. Sistem ini juga memiliki ruang pengembangan aplikasi yang sangat luas termasuk pengembangan komunikasi format audio dan video.

- 3) *Updating*: sistem menekankan pada kemandirian administrator untuk updating data, baik data tabular, spasial, dan data lainnya. Programmer hanya sebatas membangun program dan aplikasi sesuai kebutuhan/keinginan *client*. Dengan *updating* ini, terbuka peluang untuk pengembangan jaringan informasi *real time* terkait penyusunan peta status hara, peta lahan kritis, dll.

- 4) *Desktop dan Android*: sistem ini dapat diakses selain menggunakan komputer desktop juga sudah dapat diakses dengan teknologi Android.

SILAHAN dapat dilihat pada alamat <http://202.70.136.88/gis/silahan>. Pengukuran dan simulasi erosi menghasilkan nilai IBE kurang dari 1 yang menunjukkan bahwa aplikasi menghasilkan nilai yang sejalan dengan pengukuran di lapangan. SILAHAN pada versi V1.02 lokasi Jawa Timur mempunyai keunggulan sistem operasi *open source*, bekerja pada kecepatan koneksi internet yang rendah, terbuka pada *updating* data, dan dapat diakses pada *gadget* yang menggunakan aplikasi android.

6.2 Sistem Informasi Pengelolaan Kesuburan Tanah

Aplikasi pupuk organik dan anorganik yang tidak seimbang dalam periode yang lama pada lahan sawah irigasi teknis merupakan faktor utama dalam penurunan produktivitas lahan tersebut. Berbasis pada isu tersebut, telah dilakukan penelitian lapangan dengan pendekatan sistem dan dirancang dalam model pengelolaan kesuburan tanah untuk meningkatkan dan mempertahankan produktivitas lahan sawah irigasi teknis di Jawa Timur dari bulan Januari-Desember 2015. Tujuan penelitian untuk memperoleh kombinasi pupuk organik dan anorganik yang optimum untuk meningkatkan dan menjaga produktivitas lahan sawah pada beberapa status unsur hara pada level 13,0 t GKG/ha/tahun. Status unsur hara ditentukan berdasarkan peta status P dan K yang didekati dengan PUTS, dengan asumsi status nitrogen dan bahan organik rendah.

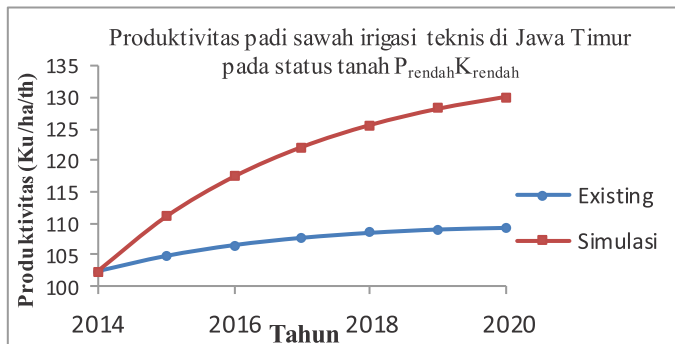
Penelitian dilakukan dengan pendekatan sistem dinamik, pengumpulan data primer

melalui survei lapangan dan data sekunder dengan *Fogus Group Discussion* (FGD). Data yang terkumpul dianalisis menggunakan perangkat lunak Power Sim dengan periode waktu pemodelan selama 6 tahun dari 2015-2020.

Hasil penelitian menunjukkan adanya 9 status hara P dan K pada lahan sawah irigasi teknis di wilayah Provinsi Jawa Timur yaitu $P_{rendah}K_{rendah}$, $P_{rendah}K_{sedang}$, $P_{rendah}K_{tinggi}$, $P_{sedang}K_{rendah}$, $P_{sedang}K_{sedang}$, $P_{sedang}K_{tinggi}$, $P_{tinggi}K_{rendah}$, $P_{tinggi}K_{sedang}$, dan $P_{tinggi}K_{tinggi}$. Model menunjukkan bahwa produktivitas padi dikendalikan oleh variabel nitrogen (sumber urea), fosfat (sumber SP-36), kalium (sumber KCl), bahan organik (sumber jerami padi), kualitas benih, dan serangan OPT. Lahan dengan status $P_{rendah}K_{rendah}$ tercatat seluas 12.196 ha, petani menerapkan urea, SP-36, KCl, dan bahan organik pada dosis 270 kg, 68 kg, 15 kg, dan 100 kg bahan organik/ha/musim

tanam, diikuti dengan aplikasi 80% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 8,0%. Perlakuan hanya mampu menghasilkan sebanyak 109,34 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020 (Gambar 66). Untuk mencapai hasil 130

ku GKG/ha/tahun, perlu perubahan *input* menjadi 300 kg urea, 100 kg SP-36, 100 kg KCl, dan 5000 kg bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100%.

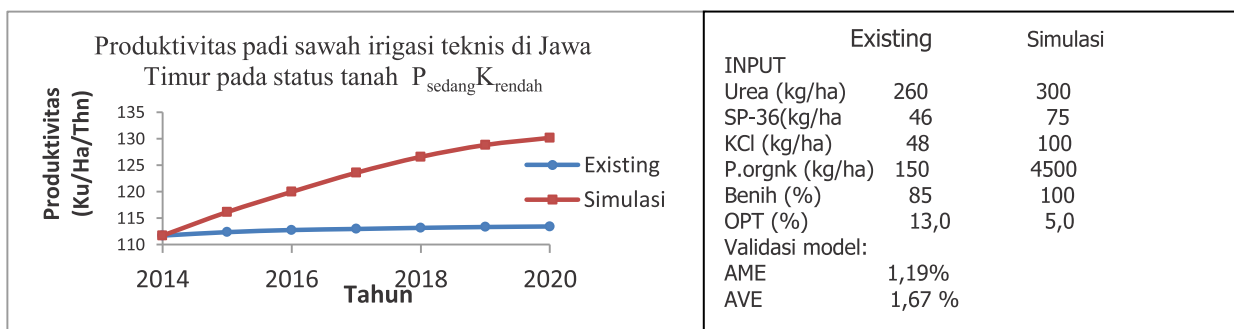


	Existing	Simulasi
INPUT		
Urea (kg/ha)	270	300
SP-36(kg/ha)	68	100
KCl(kg/ha)	15	100
P.orgnk (kg/ha)	100	5000
Benih (%)	80	100
OPT (%)	8	6
Validasi Model:		
AME	0,42%	
AVE	0,59%	

Gambar 66. Pola peningkatan produktivitas lahan sawah irigasi teknis dengan status unsur hara P_{rendah}K_{rendah} di Jawa Timur.

Pada lahan dengan status P_{rendah}K_{sedang} tercatat seluas 63.223 ha, petani menerapkan urea, SP-36, KCl, dan bahan organik pada dosis 307 kg, 59 kg, 30 kg, and 100 kg per ha per musim tanam, diikuti dengan aplikasi 80% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 11,0%. Perlakuan ini tidak bisa mencapai target produksi, diperkirakan hanya mampu menghasilkan sebanyak 111,36 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020. Hasil padi yang diinginkan bisa dicapai dengan merubah masukkan pupuk menjadi 300 kg urea, 100 kg SP-36, 75 kg KCl, dan 4000 kg bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100%. Pada

lahan dengan status P_{rendah}K_{tinggi} tercatat seluas 5.397 ha, petani menerapkan Urea, SP-36, KCl, dan bahan organik pada dosis 313 kg, 64 kg, 16 kg, dan 100 kg/ha/musim tanam diikuti dengan aplikasi 95% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 12,0%. Perlakuan ini diperkirakan hanya mampu menghasilkan sebanyak 115,51 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020 (Gambar 67). Produktivitas padi yang diinginkan bisa dicapai dengan merubah masukkan pupuk menjadi 300 kg Urea, 100 kg SP-36, 50 kg KCl, dan 4000 bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100%.

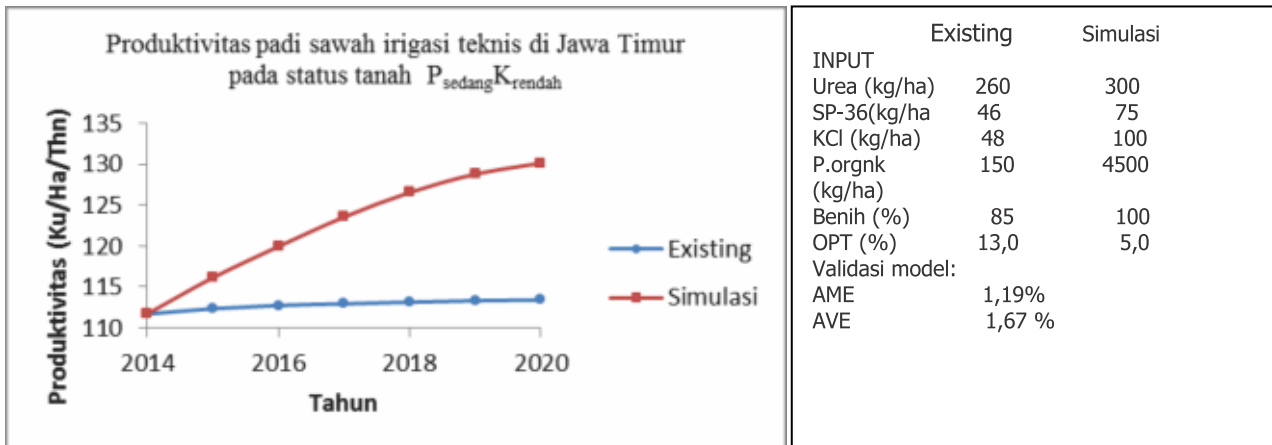


	Existing	Simulasi
INPUT		
Urea (kg/ha)	260	300
SP-36(kg/ha)	46	75
KCl (kg/ha)	48	100
P.orgnk (kg/ha)	150	4500
Benih (%)	85	100
OPT (%)	13,0	5,0
Validasi model:		
AME	1,19%	
AVE	1,67 %	

Gambar 67. Pola peningkatan produktivitas lahan sawah irigasi teknis dengan status unsur hara P_{rendah}K_{tinggi} di Jawa Timur

Pada lahan dengan status $P_{\text{sedang}}K_{\text{rendah}}$ tercatat seluas 25.888 ha, petani menerapkan urea, SP-36, KCl, dan bahan organik pada dosis 260 kg, 46 kg, 48 kg, dan 150 kg/ha/mt, diikuti dengan aplikasi 85% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 13%. Perlakuan ini hanya mampu menghasilkan sebanyak 113,41

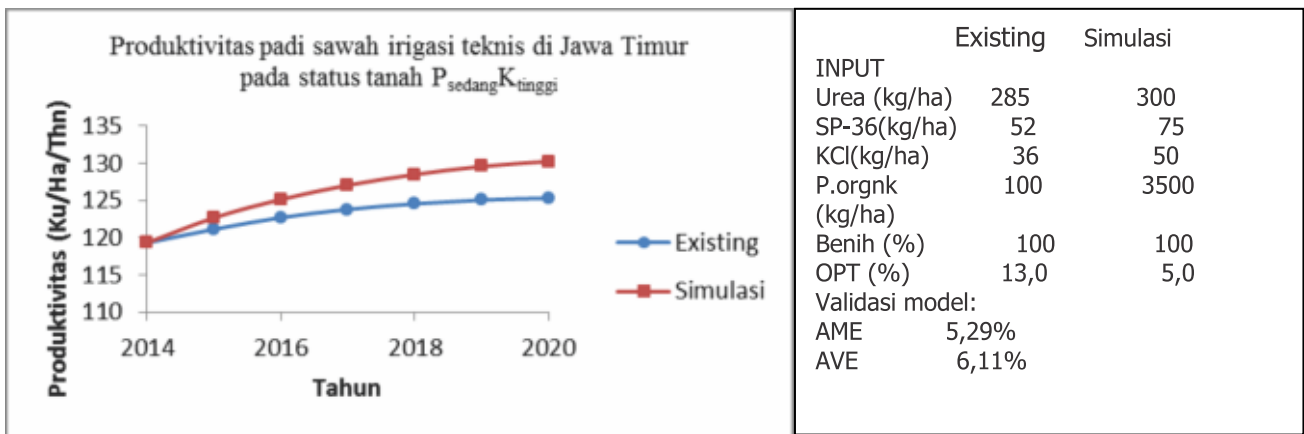
ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020 (Gambar 68). Tingkat produktivitas padi yang diinginkan bisa dicapai dengan merubah masukan pupuk menjadi 300 kg urea, 75 kg SP-36, 100 kg KCl, dan 4500 bahan organik/ha/mt, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100% dan serangan OPT 5%.



Gambar 68. Pola peningkatan produktivitas lahan sawah irigasi teknis dengan status unsur hara $P_{\text{sedang}}K_{\text{rendah}}$ di Jawa Timur

Pada lahan dengan status $P_{\text{sedang}}K_{\text{sedang}}$ tercatat seluas 173.564 ha, petani menerapkan urea, SP-36, KCl, dan bahan organik pada dosis 323 kg, 55 kg, 53 kg, dan 250 kg/ha/musim tanam, diikuti dengan aplikasi 90% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 13%. Perlakuan ini diperkirakan hanya mampu menghasilkan sebanyak 120,42 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020. Tingkat produktivitas padi yang diinginkan bisa dicapai dengan merubah masukan pupuk menjadi 300 kg urea, 75 kg SP-36, 75 kg KCl, dan 4000 bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai

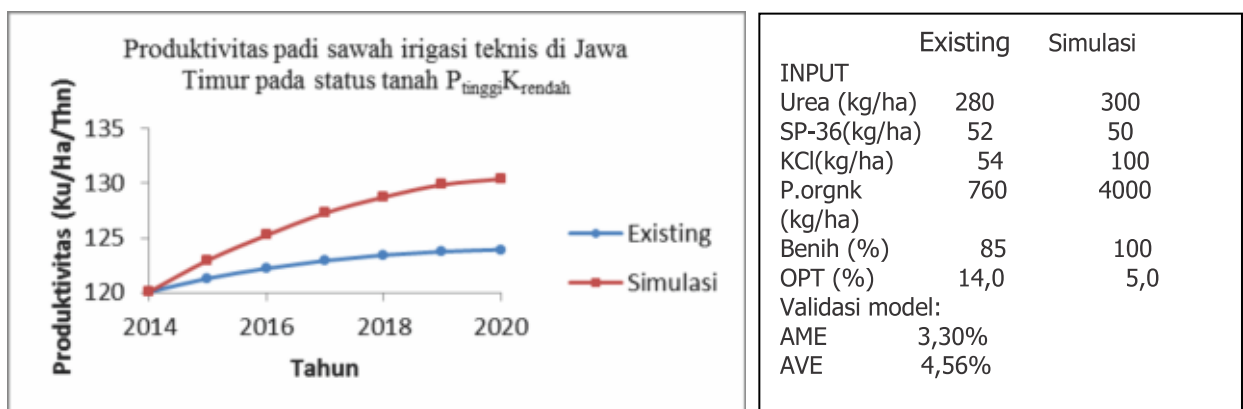
100%. Pada lahan dengan status $P_{\text{sedang}}K_{\text{tinggi}}$ tercatat seluas 171.522 ha, petani menerapkan urea, SP-36, KCl, dan bahan organik pada dosis 285 kg, 52 kg, 362 kg, dan 100 kg/ha/musim tanam, diikuti dengan aplikasi 100% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 13%. Perlakuan ini hanya mampu menghasilkan sebanyak 125,32 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020 (Gambar 69). Tingkat produktivitas padi yang diinginkan bisa dicapai dengan merubah masukan pupuk menjadi 300 kg urea, 75 kg SP-36, 50 kg KCl, dan 3500 kg bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100%.



Gambar 69. Pola peningkatan produktivitas lahan sawah irigasi teknis dengan status unsur hara $P_{sedang}K_{tinggi}$ di Jawa Timur

Pada lahan dengan status $P_{tinggi}K_{rendah}$ tercatat seluas 47.480 ha, petani menerapkan urea, SP-36, KCl, dan bahan organik 280 kg, 52 kg, 54 kg, dan 760 kg/ha/musim tanam, diikuti dengan aplikasi 85% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 14,0%. Perlakuan ini diperkirakan hanya mampu menghasilkan sebanyak 123,94 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020 (Gambar 70). Tingkat produktivitas padi yang diinginkan bisa dicapai dengan *input* pupuk 300 kg urea, 50 kg SP-36, 100 kg KCl, dan 4500 kg bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100%. Pada lahan dengan status

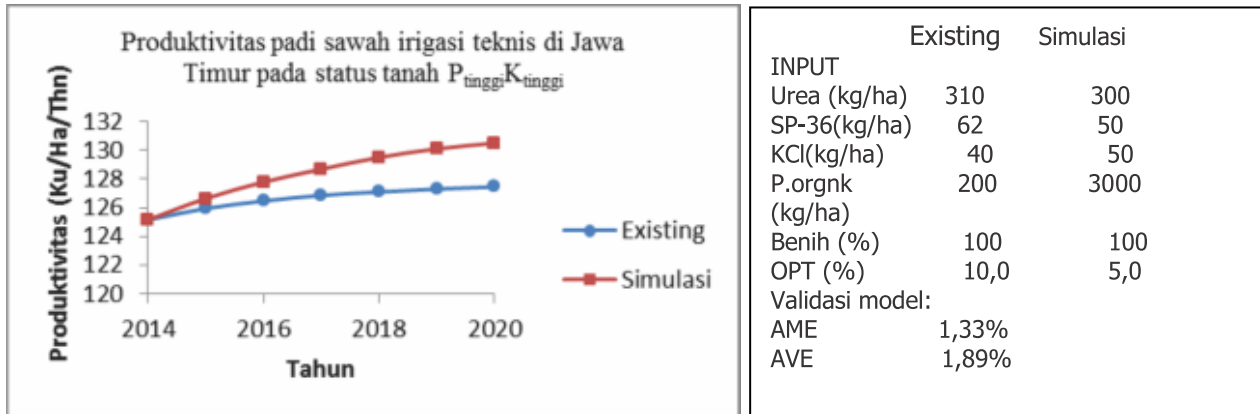
$P_{tinggi}K_{sedang}$ tercatat seluas 314.495 ha, petani menerapkan urea, SP-36, KCl, dan bahan organik 300 kg, 56 kg, 45 kg, dan 150 kg/ha/musim tanam, diikuti dengan aplikasi 95% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 14,0%. Perlakuan ini diperkirakan hanya mampu menghasilkan sebanyak 125,50 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020. Tingkat produktivitas padi yang diinginkan bisa dicapai dengan *input* menjadi 300 kg Urea, 50 kg SP-36, 75 kg KCl, dan 3500 bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100%.



Gambar 70. Pola peningkatan produktivitas lahan sawah irigasi teknis dengan status unsur hara $P_{tinggi}K_{rendah}$ di Jawa Timur

Pada lahan dengan status $P_{tinggi}K_{tinggi}$ tercatat seluas 345.513 ha, petani menerapkan Urea, SP-36, KCl, dan bahan organik pada dosis 310 kg, 62 kg, 40 kg, dan 200 kg/ha/musim tanam, diikuti dengan aplikasi 100% varietas unggul, teramati serangan OPT setinggi 10,0%. Perlakuan ini tidak bisa mencapai target produksi, hanya mampu menghasilkan

sebanyak 127,46 ku GKG/ha/tahun pada tahun 2020 (Gambar 71). Tingkat produktivitas padi yang diinginkan bisa dicapai dengan merubah masukkan pupuk menjadi 300 kg Urea, 50 kg SP-36, 50 kg KCl, dan 3000 bahan organik/ha/musim tanam, disertai dengan penggunaan benih unggul sampai 100%.



Gambar 71. Pola Peningkatan Produktivitas Lahan Sawah Irigasi Teknis dengan Status Unsur Hara $P_{tinggi}K_{tinggi}$ di Jawa Timur

6.3 Pengembangan Test Kit Mendukung Efisiensi Pemupukan dan Peningkatan Produksi Tanaman Sawit

Pemupukan merupakan suatu upaya untuk menyediakan unsur hara yang cukup guna mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman sawit yang sehat dan produksi tandan buah segar (TBS) yang maksimum namun ekonomis, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit. Agar program pemupukan berimbang, dapat diimplementasikan secara tepat maka perlu didukung oleh alat uji cepat di lapangan berupa test kit uji tanah dan perangkat uji hara tanaman sawit untuk menentukan rekomendasi pemupukan secara cepat dilapangan oleh pengguna.

Penelitian validasi PUHS dilaksanakan di perkebunan kelapa sawit PT. Condong Garut,

Jawa Barat. Penelitian pemupukan N, P, K, dan B menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) masing-masing terdiri atas 5 perlakuan diulang 4 kali. Perlakuan pemupukan N dengan dosis 1, 2, 3, dan 4 kg/pohon/th, perlakuan pemupukan P dosis 0,75; 1,50; 2,25; 3 kg SP-36/pohon/th, perlakuan pemupukan K dosis 0,75; 1,50; 225; dan 3 kg KCl/pohon/th, dan perlakuan pemupukan boron (B) dosis 0, 75, 150, 225 dan 300 g/pohon/th.

Hasil uji statistik menunjukkan pemberian pupuk N dosis 3 kg urea/pohon/th secara nyata meningkatkan hasil tandan buah segar (TBS) tertinggi (32,11 t/ha/th), dibandingkan pemberian urea dosis 1 dan 4 kg/pohon/th, dan

kontrol, akan tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan pemberian 2 kg urea/ha/pohon/th. Pemberian pupuk N dosis 4 kg urea/pohon/th secara nyata menurunkan hasil TBS menjadi 28,26 t/pohon/th (Tabel 38).

Tabel 38. Hasil TBS sebagai respon terhadap perlakuan pemupukan N, P, K, dan B pada tanaman kelapa sawit di Garut.

Perlakuan	TBS (t/ha)
pemupukan N	
Urea (0)	20,49 a
Urea (1,0)	22,26 a
Urea (2,0)	30,28 bc
Urea (3,0)	32,11 c
Urea (4,0)	28,26 b
pemupukan P	
SP-36 (0)	20,49 a
SP-36 (0,75)	33,16 b
SP-36 (1,50)	35,34 b
SP-36 (2,25)	38,97 b
SP-36 (3,00)	36,35 b
Pemupukan K	
KCl (0)	20,49 a
KCl (0,75)	23,89 ab
KCl (1,50)	24,06 ab
KCl (2,25)	26,84 b
KCl (3,00)	24,46 ab
pemupukan B	
Boron (0)	20,49 a
Boron (75)	24,13 ab
Boron (150)	27,28 b
Boron (225)	26,69 ab
Boron (300)	25,55 ab

Pemberian pupuk P secara statistik tidak berbeda nyata terhadap hasil TBS, tetapi berbeda nyata dibandingkan kontrol. Secara kuantitatif hasil TBS sawit meningkat sampai pemberian pupuk P dosis 2,25 kg SP-36/pohon/thn mencapai 38,97 t/ha/th dan cenderung menurun kembali pada pemberian 3 kg SP-36/ ha/pohon/th dari 38,97 t TBS/ha/th

menjadi 36,35 t TBS/ha/th. Pemberian pupuk K dosis 2,25 kg MOP/pohon/th berpengaruh nyata meningkatkan hasil TBS dibandingkan kontrol (K0), tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian pupuk MOP dosis 0,75; 1,50; dan 3,00 kg/pohon/th. Secara kuantitatif hasil TBS meningkat mencapai 26,84 t/ha/th pada pemberian pupuk MOP dosis 2,25 kg/pohon/th, akan tetapi pemberian pupuk MOP di atas dosis 3 kg/pohon/th, hasil TBS cenderung. Pemberian pupuk boron secara umum tidak berpengaruh nyata terhadap hasil TBS dibandingkan kontrol (B0), kecuali pada pemberian pupuk B dosis 150 g/pohon/th secara nyata meningkatkan TBS dibandingkan dengan kontrol (B0). Secara kuantitatif hasil TBS cenderung meningkat sampai pemberian pupuk B dosis 150 g B/pohon/th mencapai 27,28 t/ha/th, sedangkan pemberian pupuk B diatas dosis 150 g/pohon/th hasil TBS cenderung menurun.

Pemberian pupuk urea (x) dapat meningkatkan hasil sawit sampai dosis 3 kg/pohon/th. Hubungan pemupukan dengan hasil TBS ditunjukkan persamaan regresi $Y = -1,5221x^2 + 8,2396x + 20,11$. Berdasarkan persamaan tersebut kelapa sawit respon terhadap pemupukan Urea ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,9772$. Dosis maksimum (Xmax) pupuk urea dicapai pada pemberian 2,71 kg/pohon/th, dosis optimum pupuk urea 85% dari dosis maksimum yaitu 2,30 kg/pohon/th, dihitung dari turunan pertama $Y = -1,9975x^2 + 10,807x + 17,162$. Hubungan pemupukan P dengan hasil TBS mengikuti persamaan $Y = -3,7498x + 16,254x + 21,117$, berdasarkan persamaan tersebut tanaman sawit respon terhadap pemupukan P ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,9683$. Dosis maksimum pupuk SP-36 (Xmax) dicapai pada pemberian 2,17

kg/pohon/th, sedangkan dosis optimum pupuk SP-36 adalah 85% dari dosis maksimum yaitu 1,84 kg/pohon/th yang diperoleh dari persamaan $Y = -3,7498x^2 + 16,254x + 21,117$. Kurva respon yang menggambarkan hubungan antara pemberian pupuk K (MOP) (x) terhadap hasil TBS (Y) mengikuti $Y = -1,2635x^2 + 5,2425x + 20,449$. Dari persamaan tersebut menunjukkan tanaman kelapa sawit respon terhadap pemberian pupuk MOP yang ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,9053$. Dosis maksimum pupuk K dicapai pada pemberian 2,10 kg KCl/pohon/th, sedangkan dosis optimum pupuk MOP adalah 85% dari dosis maksimum yaitu 1,76 kg/pohon/th (1,75 kg KCl/pohon/th) dihitung dari turunan pertama persamaan regresi $Y = -1,3556x^2 + 5,6153x + 20,128$.

Hubungan antara pemberian pupuk B terhadap hasil TBS ditunjukkan dengan

persamaan regresi $Y = -0,0002x^2 + 0,0676x + 20,392$. Berdasarkan persamaan tersebut tanaman kelapa sawit respon terhadap pemberian pupuk B ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,9798$. Dosis maksimum pupuk MOP pada pemberian 169 g/pohon/th, sedangkan dosis optimum pupuk B adalah 85% dari dosis maksimum yaitu 144 g/pohon/th (145 g/pohon/th) dihitung dari turunan pertama persamaan regresi $Y = -0,0002x^2 + 0,0676x + 20,392$. Hasil validasi penetapan N dengan Perangkat Uji Hara Sawit (PUHS) menunjukkan dari 16 contoh tanaman yang ditetapkan, 9 contoh sesuai hasil penetapan laboratorium dengan hasil penetapan PUHS, sedangkan 7 contoh tidak sesuai. Dengan demikian hasil validasi penetapan N menggunakan PUHS tingkat akurasi relatif masih rendah yaitu sebesar 56%, penetapan P 63%, dan penetapan K 63%.

6.4 Pengembangan Test Kit Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

Rekomendasi pemupukan untuk tanaman hortikultur terutama sayuran sangat bervariasi antar sumber, serta sebagian besar tidak berdasarkan pada hasil uji tanah. Sementara itu petani yang belum tersentuh atau mengabaikan rekomendasi yang berlaku cenderung melakukan pemupukan melebihi kebutuhan tanaman. Salah satu cara dalam menentukan rekomendasi pemupukan adalah dengan penetapan kadar hara pupuk secara cepat di lapangan. Tujuan penelitian ini adalah membuat perangkat lunak berupa perangkat uji cepat (*test kit*) di lapangan dalam menyusun rekomendasi pemupukan secara cepat dan akurat. Saat ini telah beredar perangkat uji

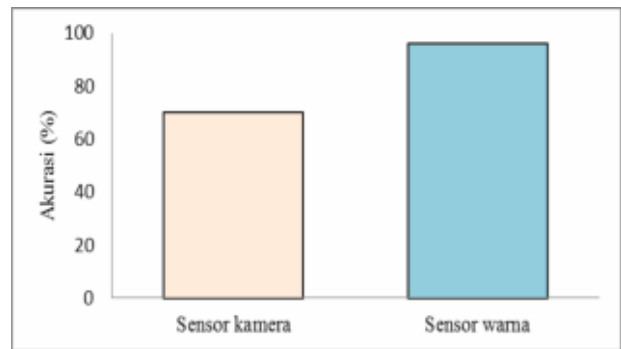
dengan nama PUP yang mengukur secara semi kuantitatif, dan dengan diciptakannya PUP digital akan membantu mengukur kadar hara tanah secara kuantitatif.

Penelitian dilaksanakan sesuai dengan ruang lingkup dan jenis keluarannya dengan anggaran DIPA TA 2015. Penelitian PUP digital dilaksanakan dengan bekerjasama antara Balai Penelitian Tanah dengan Jurusan Ilmu Komputer – FMIPA, IPB. Penelitian Penyempurnaan PUTR tahun ini diujikan di laboratorium dan lapangan (Sei Kakap, Kalimantan Barat) dengan 11 perlakuan, yakni kombinasi antara kontrol, rekomendasi berdasar uji tanah, rekomendasi berdasarkan

PUTR, dan rekomendasi petani. Varietas padi yang dipergunakan adalah varietas Ciherang, dengan sistem tegel. Penelitian PUTK yang disempurnakan bekerjasama dengan Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Penelitian korelasi dengan menggunakan tanaman indikator tanaman tomat, sedangkan penelitian kalibrasi dilaksanakan dengan menggunakan tanaman indikator tanaman brokoli dan cabai varetas Kencana. Penelitian inventarisasi pengestrak *Bio-Test Kit* dilaksanakan secara *desk work* dan di laboratorium biologi. Kegiatan *desk work* dilaksanakan dengan melakukan studi pustaka dan konsultasi. Penelitian di laboratorium untuk menguji calon pengestrak *bio-test kit* untuk indikator enzim fosfatase dan nitrogenase.

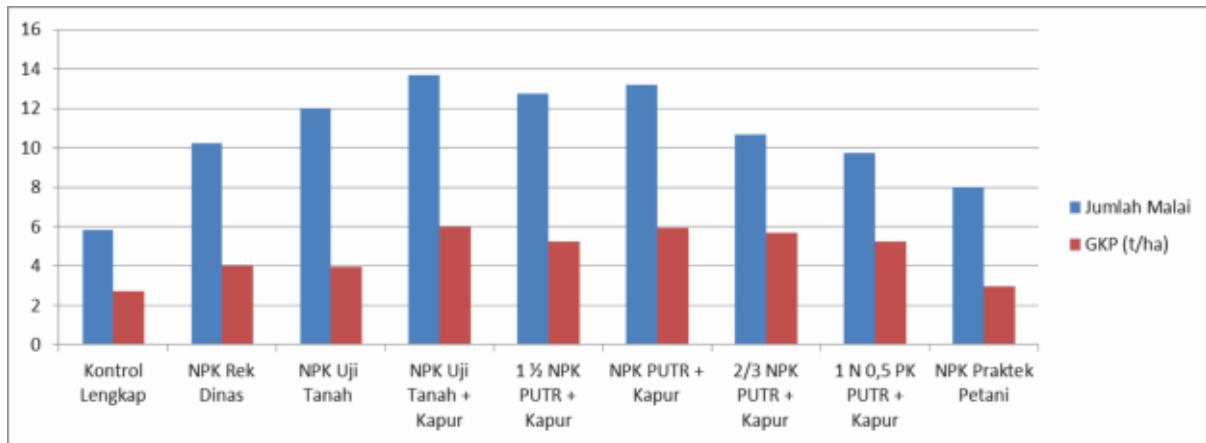
Hasil penelitian kegiatan penyempurnaan PUP digital sudah berhasil mengimplementasikan bagan warna PUP dengan menggunakan sensor warna, dan membuat model klasifikasi SVM. Penggunaan metode SVM ini didukung dengan peningkatan akurasi yang menggunakan data sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga berhasil meningkatkan akurasi ketelitian PUP digital untuk kelompok data N menjadi 96%. Untuk kelompok data P memiliki nilai ketelitian menjadi 90% serta penambahan ketelitian yang selang 1,5% tetapi memiliki batas atas pengklasifikasian sebesar 15% sedangkan

penelitian sebelumnya bernilai 20% (Gambar 72).



Gambar 72. Hasil pengukuran dengan menggunakan sensor kamera dan sensor warna

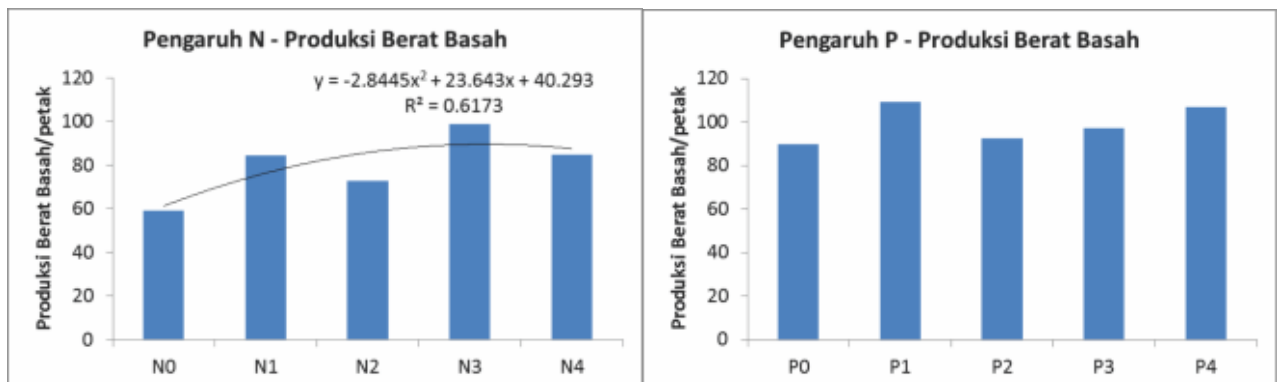
Pada penelitian adaptasi penggunaan PUTR untuk tanah sulfat masam aktual, diperoleh respon tanaman berupa hasil pengamatan tinggi, jumlah anakan produktif, jumlah malai, dan produksi gabah kering panen (Gambar 73). Tinggi tanaman tertinggi (85 cm) diperoleh dari perlakuan NPK uji tanah+kapur, dengan tinggi rata-rata 80 cm, sedangkan kontrol diperoleh tinggi 72 cm. Jumlah anakan produktif tertinggi dari perlakuan NPK uji tanah+kapur sebanyak 14 anakan, dan perlakuan kontrol diperoleh jumlah 12. Produksi tertinggi diperoleh dari perlakuan NPK Uji Tanah yang hampir sama dengan perlakuan NPK PUTR yakni 6 t GKP/ha. Produksi terendah diperoleh dari perlakuan Kontrol (2,4 t GKP/ha) dan NPK praktek petani (2,5 t GKP/ha)



Gambar 73. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah malai dan produksi padi (GKP t/ha) pada percobaan validasi PUTR pada tanah sulfat masam aktual di Sei Kakap, Kalimantan Barat

Kegiatan penyempurnaan perangkat uji tanah kering (PUTK) untuk tanaman sayuran dataran tinggi diperoleh hasil korelasi dan validasi sebagai berikut: 1) korelasi hasil produksi tanaman tomat peroleh respon hasil tertinggi untuk perlakuan N3, P3, dan K1 secara

berturutan; 2) hasil produksi tanaman Brokoli diperoleh hasil tertinggi untuk perlakuan N3, P1 dan K3 secara berturutan; dan 3) hasil produksi tanaman Cabai diperoleh hasil tertinggi untuk perlakuan N3, P1, dan K3 secara berturutan (Gambar 74).



Gambar 74. Respon tanaman cabai kalibrasi terhadap pupuk N dan P

Diseminasi Hasil Penelitian



7.1. Diseminasi Teknologi Pengelolaan Tanah dan Pupuk

Kegiatan Pengembangan Sistem Informasi, Diseminasi Inovasi Teknologi, dan Kerjasama Penelitian Sumber daya Tanah Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan, terdiri atas empat sub kegiatan yaitu : Publikasi hasil penelitian, Pengelolaan Sistem Informasi, Pengelolaan Layanan Publik dan Perpustakaan, serta Promosi dan Pengembangan kerjasama penelitian. Luaran dari kegiatan ini adalah (1) tersusun dan terdistribusinya publikasi cetak yaitu 1 buku laporan tahunan, 3 leaflet, 3 booklet/juknis; 1 buku, 2 judul vidio teknologi; (2) satu sistem informasi untuk pengelolaan website dan basis data Balittanah; (3) Satu informasi pengelolaan layanan publik, dokumentasi, dan perpustakaan digital; dan (d) dua usulan invensi dilindungi HKI, 1 MoU kerjasama penelitian.

Laporan Tahunan 2014 merupakan laporan kegiatan penelitian, diseminasi, dan manajemen Balittanah yang sudah dilaksanakan tahun 2014. Buku ini berisikan inovasi teknologi penelitian untuk pengelolaan lahan sawah dan lahan kering, perkembangan produk perangkat uji dan pupuk, diseminasi

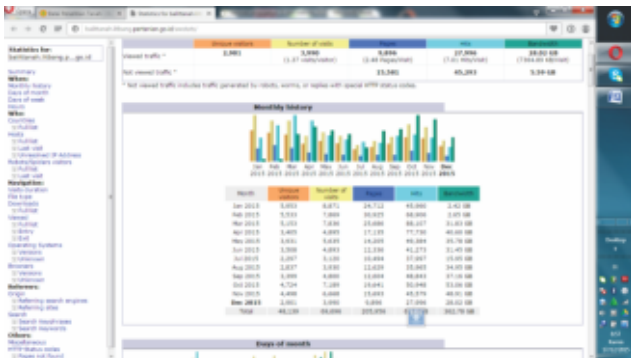
penelitian tanah dan manajemen penelitian. Buku Sistem Pertanian Organik Mendukung Produktivitas Lahan Berkelanjutan mengupas terkait pengelolaan pertanian organik, antara lain a) Pengembangan pertanian organik di indonesia, b) Pupuk organik untuk budidaya pertanian organik, c) Teknologi pupuk hayati mendukung pengembangan sistem pertanian organik, d) Teknologi konservasi tanah dalam mendukung sistem pertanian organik, e) Pengelolaan lahan dan budidaya sayuran dalam sistem pertanian organik, f) Pengelolaan lahan dan budidaya padi sawah dalam sistem pertanian organik, g) Strategi pengendalian organisme pengganggu tanaman dalam budidaya pertanian organik, dan h) Sertifikasi dan pasar pertanian organik. Juknis/booklet dicetak sebanyak 3 judul Juknis/booklet yaitu Laboratorium Penguji Balittanah, Biochar: Pembenah tanah potensial, dan Pengelolaan lahan sawah terdegradasi, 2 judul vidio Perangkat Uji Hara Sawit dan KP Taman Bogo (Gambar 75).



Gambar 75. Publikasi Balittanah 2015

Sistem informasi penelitian tanah berisikan basisdata tabular dan spasial terkait dengan pengelolaan tanah, karya tulis ilmiah peneliti, perencanaan program dan anggaran, SDM, kerjasama penelitian. Sistem informasi dan basisdata ini terus disempurnakan dan dilengkapi isinya.

Update berita/info teknologi (Infotek) dilakukan setiap hari kerja (Gambar 76). Berita dan infotek berasal dari setiap kegiatan penelitian, unit kerja, dan publikasi. Jumlah kunjungan selama 2015 adalah sebanyak 69.696 kali atau rata-rata 6000 kunjungan per bulan dengan jumlah pengunjung 48.138 pengunjung/tahun. Pengelolaan *website* Balittanah diupayakan di*update* setiap hari, sampai dengan Desember sebanyak 184 berita dan informasi yang telah dilakukan *update* (Tabel 39).



Gambar 76. Statistik kunjungan ke *website* Balittanah 2015.

Pengunjung yang datang ke Balittanah dengan banyak keperluan dari mencari informasi, konsultasi, analisis ke laboratorium, praktek kerja lapang, penjangkauan kerjasama penelitian, ataupun ke perpustakaan (Tabel 41). Masyarakat yang berkunjung ke Balittanah

sangat heterogen baik dari PNS, perusahaan, mahasiswa, pelajar, peneliti. Setiap pengunjung diterima oleh penerima tamu (*front office*), selanjutnya tamu diminta mengisi buku tamu (identitas tamu, keperluan, siapa yang akan ditemui). Indeks kepuasan pelanggan (IKM) adalah baik – sangat baik. Jumlah siswa yang melaksanakan praktek kerja lapang (PKL) pada tahun 2015 sebanyak 18 orang dari 4 SMK di Bogor. Sebanyak 49 mahasiswa dari 13 universitas melaksanakan PKL, 25 orang mahasiswa diantaranya melanjutkan skripsi/penelitian di Balittanah (Tabel 40 dan 41)

Tabel 39. Update website bulanan, tahun 2015

No	Bulan Upload	Jumlah/Bulan
1	Januari	11
2	Februari	12
3	Maret	18
4	April	15
5	Mei	13
6	Juni	21
7	Juli	16
8	Agustus	8
9	September	20
10	Oktober	19
11	Nopember	17
12	Desember	17
Jumlah		184

Tabel 40. Daftar Mahasiswa yang melaksanakan PKL di Balittanah 2015

No	Fakultas dan Universitas	Jumlah (orang)	Waktu PKL, 2015
1	Fakultas Sain dan Teknologi – Universitas Islam Negeri Bandung	3	Juli – Agustus
2	Fakultas Pertanian – Universitas Satya Wacana, Salatiga	2	Juli – Agustus
3	Fakultas Pertanian – Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	3	September – Oktober
4	Fakultas Pertanian – Universitas Andalas, Padang	5	Maret – April (2) Nop – Des (3)
5	Fakultas Pertanian – Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto	6	Juli – Agustus
6	Fakultas Pertanian – Universitas Brawijaya, Malang	15	Juli – Oktober
7	Fakultas MIPA – Institut Pertanian Bogor	5	Agustus – September
8	Fakultas MIPA – Universitas Pakuan, Bogor	2	Juli – Agustus
9	Fakultas Pertanian – Universitas Pajajaran, Bandung	1	Juli – Agustus
10	Fakultas Pertanian – Universitas Veteran Nasional/UPN Yogya	1	Juli – Agustus
11	BSI Bogor	2	Juli – Agustus
12	Program D3 Kimia, IPB	2	Juli – Agustus
13	Fakultas Pertanian – Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	2	Nopember – Desember
Jumlah		49	

Tabel 41. Daftar mahasiswa yang melaksanakan skripsi di Balittanah, 2015

No	Fakultas dan Universitas	Jumlah (orang)	Topik
1	Fakultas Pertanian – Institut Pertanian Bogor	3	Fisika dan Konservasi Tanah (1) Biologi dan Kesehatan Tanah (2)
2	Fakultas Pertanian – Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	7	Fisika dan Konservasi Tanah (2) Kimia dan Kesuburan Tanah (3) Biologi dan Kesehatan Tanah (2)
3	Sekolah Tinggi MIPA Bogor	3	Metodologi Analisis Kimia Tanah
4	Fakultas Pertanian – Universitas Brawijaya	7	Biologi dan Kesehatan Tanah (3) Fisika dan Konservasi Tanah (1) Kimia dan Kesuburan Tanah (3)
5	Fakultas MIPA - Institut Pertanian Bogor	5	Biologi dan Kesehatan Tanah
Jumlah		25	

Pengelolaan perpustakaan digital dengan menggunakan program Simpertan v 2.0 yang telah disosialisasikan di Makasar pada Mei 2015, sehingga untuk basisdata perpustakaan perlu didaftar kembali dan tautan sedang dalam proses perbaikan dan entri data kembali. Berdasarkan sebaran kunjungan pamustaka, perpustakaan digital jauh lebih banyak dikunjungi (sebesar 1316 kunjungan/tahun) dibandingkan perpustakaan konvensional (sebanyak 127/kunjungan/tahun), tetapi keduanya harus dikelola seiring dengan baik Koleksi buku, jurnal, majalah, dan bahan bacaan lain yang tersedia di perpustakaan Balittanah sebanyak 988 judul buku/publikasi (Tabel 42). Sebagai langkah untuk mengantisipasi kebutuhan pamustaka, Perpustakaan Balittanah mencari untuk informasi melalui *e-journal sciendirect* dengan menggunakan aplikasi *Medelley*. Medelley merupakan suatu program yang mempunyai kelebihan dan kemudahan dalam membuat sitasi dan daftar pustaka. Pustakawan Balittanah sudah menghasilkan penelusuran sekitar 3000 judul tentang ilmu tanah hasil dari *journal online sciendirect*

Tabel 42. Data publikasi di perpustakaan

Jenis Publikasi	Jumlah (Eksemplar)
1. Buku	783
2. Jurnal	182
3. Laporan	370
4. IPTEK	204
5. Proposal	209
6. Majalah	130
7. Karya Ilmiah Rujukan	14
8. PETA	39
9. <i>Booklet/Leaflet</i>	73
10. CD teknologi	55
11. KTI/Artikel	59
Jumlah	988

Balittanah, 2015

Dalam rangka persiapan akreditasi pranata litbang, Balittanah sudah menyelesaikan 3 dokumen, yaitu: panduan mutu (PM), prosedur (PR), dan laporan audit internal. Ketiga dokumen tersebut digunakan sebagai persyaratan usulan pendaftaran ke KNAPPP. Untuk mempersiapkan SDM dalam bidang audit internal KNAPPP Balittanah menugaskan staf untuk mengikuti pelatihan audit internal. Pelatihan Teknik Audit Internal Berdasarkan Pedoman KNAPPP 02:2007, pada 28-29 April 2015 yaitu Dr. I Wayan Suastika dan Ijang Isyapudin.

Untuk meningkatkan cakupan diseminasi hasil-hasil penelitian tanah telah dilakukan promosi ke beberapa pihak, antara lain: swasta, pemerintah daerah, dan masyarakat. Promosi melalui sosialisasi teknologi telah dilakukan di beberapa lokasi/tempat, yaitu Pemkab Pangandaran, Pemkab Lamongan, Pemkab Bekasi, Pemkab Bulungan, aparat kepolisian, PT Petrokimia, PT Pupuk Kaltim, PT Bisi. Promosi melalui temu lapang di laksanakan di KP Taman Bogo, Lampung Timur dengan peserta dari anak sekolah, penyuluh pertanian, kelompok tanah, SKPD Lampung Timur, Kota Metro (Gambar 77 dan 78). Pameran dalam rangka promosi hasil penelitian tanah telah dilaksanakan antara lain dalam *kick off* TTP di Bandung, Kerjasama Selatan-Selatan di Kemenlu. Untuk kerjasama penelitian telah dilakukan: (1) pemberian lisensi ke Koperasi Puspita untuk PUPO, PT AIM untuk pupuk hayati Agrimeth, dan perpanjangan lisensi ke PT Bio Industri Nusantara; (2) 15 judul penelitian kerjasama telah dilakukan di Balittanah tahun 2015.



Gambar 77. Bimbingan teknis penggunaan perangkat Uji di TTP Selokuro, Lamongan



Gambar 78. Temu Lapang di KP Taman Bogo

7.2 Pengelolaan Lahan Kering Masam Berkelanjutan Berbasis Agro eduwisata Di KP.

Taman Bogo

Lahan kering masam di Kebun Percobaan (KP) Taman Bogo, Lampung Timur sebagian besar tergolong tanah Ultisols dan Inceptisols. Pembatas utama peningkatan produktivitas pada lahan ini antara lain kandungan unsur hara makro, khususnya N, P, dan K, C-organik tanah, pH tanah (rendah), kejenuhan Al, BD tanah (tinggi), kapasitas menahan air (rendah), bahaya erosi (tinggi), mudah mengalami penggenangan dan kekeringan, peka terhadap proses pepadatan serta terbentuknya laterit, dan miskinnya elemen biotik tanah.

Upaya percepatan alih teknologi hasil-hasil penelitian pada lahan kering masam

dipamerkan/diseminasikan dalam bentuk *show windows* dan *visitor plot* kepada petani di KP Taman Bogo. *Show window* dan *visitor plot* pengelolaan lahan kering masam berkelanjutan berbasis agroeduwisata di KP. Taman Bogo merupakan sarana dalam penyuluhan dan diseminasi teknologi, serta merupakan obyek kunjungan, tempat diskusi dan komunikasi antara peneliti, penyuluh, petani, dan pengambil kebijakan daerah. Pengelolaan lahan kering masam berkelanjutan berbasis agroeduwisata dalam bentuk *Show window* dan *visitor plot* diharapkan dapat mempercepat proses adopsi teknologi peningkatan

produktivitas tanah, hasil tanaman, dan pendapatan petani secara stabil dan berkelanjutan.

Kegiatan diseminasi di KP Taman Bogo TA 2015 meliputi:

- A) Pengelolaan lahan kering masam berkelanjutan terdiri: 1) sistem pertanaman lorong/*alley cropping*; 2) sistem penggunaan pupuk kandang untuk memelihara keberlanjutan produktivitas tanah; 3) sistem pengelolaan kesuburan tanah; dan 4) sistem penggunaan pembenah tanah,
- B) KP. Taman Bogo sebagai lokasi agroeduwisata. Kegiatan meliputi pemeliharaan, penataan sistem surjan, dan *display* varietas tanaman (padi sawah, padi gogo, jagung).

Pengelolaan lahan kering masam berkelanjutan

Berat pangkasan biomas *Flemingia*, *Glirisdia*, dan strip rumput pada pertanaman lorong berfluktuasi setiap bulan. Fluktuasi tersebut disebabkan musim tanam. Pada musim penghujan pertumbuhan tanaman pagar tinggi, tetapi pada musim kemarau pertumbuhan tanaman menjadi terhambat, sehingga hasil pangkasan menurun. Selain sebagai pakan ternak yakni strip rumput *Setaria splendida* dan *Panicum maximum* memberikan kontribusi

terhadap persediaan sumber hijauan pakan. Tanaman *alley cropping* /pagar dari jenis rerumputan juga berfungsi sebagai pelindung permukaan tanah dari daya dispersi dan daya penghancuran oleh butir-butir hujan.

Pola tanam dalam sistem pertanaman lorong ini adalah padi gogo (MT I) dan jagung - /- ubi kayu (MT II). Tinggi tanaman padi gogo dan jagung Hibrida P27 cenderung tidak dipengaruhi oleh adanya barisan alley. Keadaan demikian sangat mendukung terhadap peluang diaplikasikannya sistem pertanaman lorong pada pertanaman padi gogo dan jagung sehingga dapat memelihara produktivitas tanah. Perbaikan sifat kimia dan fisika tanah dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah dari hasil pangkasan legum pada sistem *alley cropping* memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan tanaman. Pada MT I, hasil gabah kering giling padi gogo tertinggi mencapai 5,78 t/ha, sedangkan hasil terendah 4.44 t/ha. Hasil jagung pada MT II mencapai 4,06 – 6,41 t pipilan kering/ha dan berat ubi segar mencapai 13,50 – 17,69 (Tabel 43) Hasil ubi kayu segar mengalami penurunan hasil dibandingkan tahun sebelumnya, hal ini t/ha disebabkan karena musim kemarau yang berlangsung cukup lama.

Tabel 43. Hasil padi gogo, jagung dan ubikayu pada sistem pertanaman lorong di KP. System pertanaman lorong di KP Taman Bogo

Perlakuan	Berat gabah Kering Giling (MT I)	Berat Pipilan kering Jagung (MT II)	Berat Ubi Segar (MT II)
	-----t/ha-----		
<i>Flemingia congesta</i>	5,78	4,06	14,42
<i>Glirisdia sepium</i>	4,63	4,59	16,60
<i>Leucena glauca</i>	4,44	4,16	13,50
<i>Setaria splendid</i>	4,68	6,41	16,11
<i>Panikum maximum</i>	5,45	6,01	17,69

Penggunaan bahan organik berupa pupuk kandang merupakan kunci keberhasilan produksi padi gogo dan tanaman jagung Hibrida P27 yang disisipkan dengan tanaman ubi kayu di lahan kering masam KP. Taman Bogo. Hasil gabah padi gogo, pipilan jagung

dan berat ubi segar masing-masing sebesar 5,78 t/ha, 5,33 t/ha dan 18,80 t/ha pada perlakuan pupuk kandang 10 ton.ha⁻¹ dan masing-masing sebesar 4,10 t/ha, 3,03 t/ha dan 11,63 t/ha pada perlakuan tanpa pupuk kandang (Tabel 44)

Tabel 44. Hasil padi gogo, jagung, dan ubikayu pada sistem pengelolaan pupuk kandang di KP. Taman Bogo

Perlakuan	Berat Gabah Kering Giling	Berat PPK Jagung (MT II)	Berat Ubi Segar (MT II)
	-----t/ha-----		
Pupuk Kandang 10 t/ha	5,78	5,33	18,80
Tanpa Pupuk Kandang	4,10	3,03	11,63

Pengapuran merupakan salah satu cara untuk meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah. Sementara Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi

tanah. Bobot gabah kering giling paling tinggi didapatkan pada perlakuan NPK Rek. PUTK + Sludge Padat 2 t/ha + Kapur 2 t/ha yaitu 11,68 t/ha, 5,46 t/ha dan 4,10 t/ha, sedangkan untuk hasil pipilan kering jagung tertinggi didapatkan pada perlakuan NPK Rek. PUTK + Sludge Padat 2 t/ha + Kapur 2 t/ha yaitu 7,80 t/ha (Tabel 45).

Tabel 45. Hasil gogo dan jagung pada pengelolaan kesuburan tanah di KP. Taman Bogo.

Perlakuan	Berat Gabah Kering Giling (MT I)	Berat Pipilan kering Jagung (MT II)
	-----t/ha-----	
NPK rek. petani	1,32	0,2
NPK rek. PUTK	1,95	0,9
NPK Rek. PUTK + kapur 2 t/ha	2,59	5,0
NPK Rek. PUTK + pupuk kandang 2 t/ha	2,41	5,1
NPK Rek. PUTK + sludge padat 2 t/ha	2,87	6,8
NPK Rek. PUTK + pupuk kandang 2 t/ha + kapur 2 t/ha	3,64	7,7
NPK Rek. PUTK + sludge padat 2 t/ha + kapur 2 t/ha	4,10	7,8

Upaya lain dalam peningkatan produktivitas lahan masam ini telah banyak dilakukan diantaranya dengan penggunaan pembenah tanah. Penggunaan berbagai jenis *biochar* pada kegiatan teknologi sistem penggunaan pembenah memberikan pengaruh

dalam menaikkan berat gabah kering giling dan pipilan kering jagung. Berat biomas basah dan kering serta gabah kering giling paling tinggi didapatkan pada perlakuan *biochar* tongkol jagung yaitu 18,89 t/ha, 7,12 t/ha, dan 5,69 t/ha. Hasil pipilan kering jagung diperoleh pada

perlakuan *biochar* batang singkong yaitu sebesar 5,35 t/ha. *Biochar* berasal dari residu pertanian, perkebunan, peternakan, dan kehutanan diantaranya dari sekam padi/dan kulit kakao karena bahan ini dapat memperbaiki

sifat kimia, fisika, dan biologi tanah dan mengandung gugus fungsional kompleks, afinitas yang tinggi, dan amorf serta tahan lama di dalam tanah.

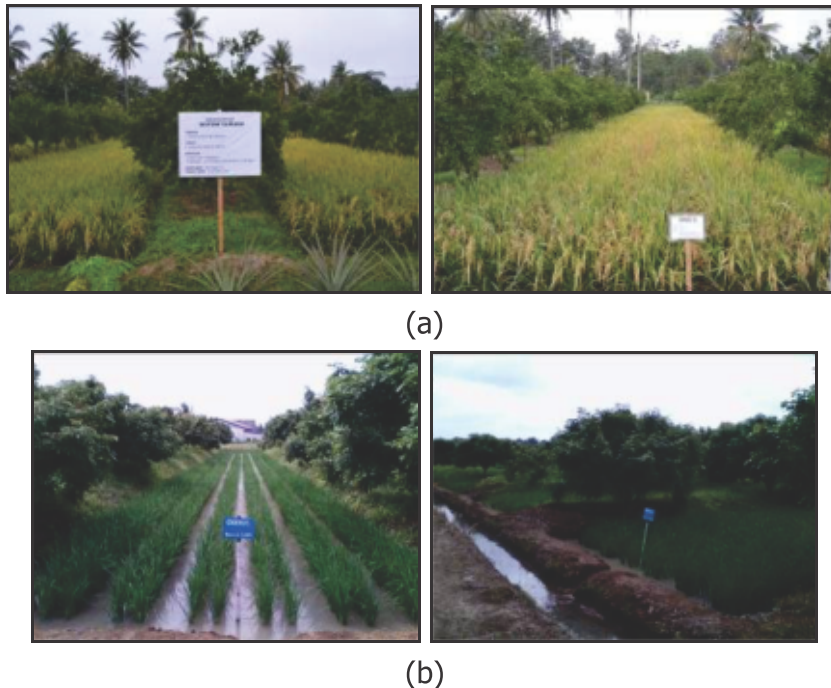
Tabel 46. Hasil padi gogo (MT I) dan Jagung (MT II) pada penggunaan pembenah tanah pada tanaman di KP. Taman Bogo.

Perlakuan	Berat gabah kering giling (MT I)	Berat pipilan kering J jagung (MT II)
	-----t/ha-----	
Kontrol	5,13	2,93
NPK rek. PUTK	5,23	3,68
Biochar sekam padi	5,06	4,11
Biochar batang singkong	5,13	5,35
Biochar tongkol jagung	5,69	3,89

KP. Taman Bogo sebagai lokasi agroeduwisata

Kebun Percobaan tidak hanya berfungsi sebagai tempat melaksanakan penelitian, namun perlu mengaktualisasikannya menjadi salah satu sarana diseminasi hasil-hasil penelitian. Petak-petak peragaan teknologi pertanian pada lahan kering masam yang ditampilkan antara lain sistem surjan, *display* varietas unggul padi,

jagung, kacang-kacangan. Keragaan teknologi tersebut dapat dijadikan acuan dan sumber informasi bagi siswa, mahasiswa, petani, penyuluh, peneliti dan pengambil kebijakan (Gambar 79 dan 80).



Gambar 79. Pertumbuhan tanaman padi sawah pada kegiatan penataan/pemeliharaan *show windows* (a) sistem surjan jeruk (b) sistem surjan kelengkeng di KP. Taman Bogo (MT 2015)



Gambar 80. Kegiatan penataan/pemeliharaan *display* teknologi varietas baru: padi sawah, jagung, dan ubi kayu di KP. Taman Bogo (MT 2015)

Beberapa kegiatan, seperti *show window*, diskusi, dan konsultasi yang dilaksanakan di KP. Taman Bogo, diakui oleh beberapa para petani/pengguna dapat menambah informasi dan pengetahuan mereka, serta mencoba untuk mengadopsi beberapa teknologi yang didemonstrasikan/diseminasikan di KP. Taman Bogo ke lahan/sawah mereka (Gambar 81).

Antara lain adalah dengan menggunakan varietas-varietas tanaman padi yang baik, pengolahan lahan dengan pemberian pengapuran, bahan organik, dan mengembalikan kembali sisa-sisa tanaman ke lahan ataupun sebagai pakan ternak, yang selama ini petani membersihkan lahan dengan membakar sisa-sisa tanaman tersebut.



Gambar 81. Suasana ekspose/temu lapang pengelolaan lahan kering masam di KP. Taman Bogo.

Selain kegiatan *ekspose/temu lapang*, KP. Taman Bogo juga melakukan bimbingan praktik magang dari SMK maupun mahasiswa pertanian, diantaranya adalah siswa SMK

Pertanian Tulang Bawang, SMK Pertanian Rawa Jitu, SMK Pertanian Metro, mahasiswa UNILA, Darma Wacana Metro dan Universitas Brawijaya (Gambar 82).



Gambar 82. Berbagai kegiatan siswa dan mahasiswa pertanian di KP. Taman Bogo

7.3 Identifikasi Calon Lokasi, Koordinasi, Bimbingan dan Dukungan Teknologi Upsus Padi, Jagung dan Kedelai, TSP, TTP dan Komoditas Utama Kementan

Diperlukan adanya strategi khusus untuk mempercepat implementasi inovasi pertanian yang dihasilkan lembaga-lembaga penelitian di tingkat lapangan atau petani. Perbaikan teknologi pertanian di tingkat petani baik dari aspek budi dayanya, pasca panen dan pemasaran akan meningkatkan daya saing industri pertanian Indonesia. Pendekatan konvensional yang selama ini dilakukan yaitu melalui penyuluhan, temu wicara, seminar, *workshop* dan penyebaran brosur/*leaflet* sudah cukup baik, namun membutuhkan waktu relatif lebih lama untuk meyakinkan pengguna agar menerapkan teknologi tersebut. Keterlibatan langsung peneliti Balai Penelitian Tanah (Balittanah) dalam mengawal pelaksanaan program Upaya Khusus (UPSUS) peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai dan dalam pembangunan Taman Teknologi Pertanian (TTP) dan Taman Sains Pertanian (TSP) diharapkan dapat mempercepat penyampaian teknologi Balittanah ke petani atau penyuluh. Selain itu, keterlibatan peneliti dalam UPSUS, TTP dan TSP dapat menjadi sarana pembelajaran bagi peneliti untuk memahami permasalahan di lapangan.

Pada tahun anggaran 2015, kegiatan yang telah dilaksanakan meliputi:

- 1) Perancangan model/program percepatan inovasi pertanian di lokasi TTP Solokuro di Kab. Lamongan dan TSP Natar, Lampung.
- 2) Pendampingan dan pengawalan teknologi pertanian di lokasi UPSUS.
- 3) Pendampingan dan pengawalan teknologi di lokasi TTP dan TSP lainnya.

Kegiatan yang telah dilaksanakan di TTP Solokuro diantaranya adalah sosialisasi konsep pengembangan TTP ke instansi terkait di Kab. Lamongan, penyusunan *grand design*/tata ruang TTP Solokuro, pelaksanaan demplot (demonstrasi plot) perbaikan cara pemupukan pada areal seluas 40 ha, pelatihan penetapan dosis kebutuhan pupuk, pelatihan pasca panen dan pengolahan jagung, penerbitan *leaflet*/brosur, pelaksanaan temu lapang gelar teknologi/panen raya jagung, dan pembangunan sarana fisik: gedung *showroom*, kandang ternak sapi terpadu, gapura dan jalan usaha tani. Selain pendampingan terhadap TTP Solokuro, Lamongan Tim Balittanah juga melakukan pendampingan terhadap lokasi TTP di lokasi lainnya diantaranya adalah TTP Cigombong, Jawa Barat, TTP Cirebon, Jawa Barat, TTP Tanah Laut, Kalsel, dan TTP Sumatera Selatan. Pendampingan terhadap, selain TTP Solokuro, dilakukan sesuai permintaan dari penanggung jawab lokasi.

Pembangunan TTP Solokuro Lamongan berjalan sesuai *grand design* atau tata ruang yang telah disusun bersama Tim BBSDLP, Balittanah, BPTP Jawa Timur, Dinas Pertanian, dan Kepala Desa Banyubang. Selain telah dilaksanakan pembangunan fisik berupa *showroom*, kandang ternak komunal terpadu, jalan dan saluran air irigasi, juga telah dilakukan sejumlah pelatihan, *demfarm* pemupukan, temu lapang, studi banding dan panen raya jagung yang dihadiri Dirjen Tanaman Pangan mewakili Menteri Pertanian dan Pejabat Eselon 1 dan 2 lainnya dari Kementerian Pertanian (Gambar 83-87)



Gambar 83. Pertemuan dengan Bupati Lamongan didampingi Kepala Dinas Pertanian Kab. Lamongan



Gambar 84. Kegiatan *Quick Assessment* di Kantor Desa Banyubang, Kec. Solokuro, Kab. Lamongan.



Gambar 85. Kegiatan Gelar Teknologi Pertanian dan Panen Raya Jagung TTP Solokuro, Kab. Lamongan



Gambar 86. Perkembangan pembangunan gedung *showroom* TTP Solokuro



Gambar 87. Salah satu kegiatan pelatihan di TTP Solokuro pelatihan olahan berbahan baku jagung

Pelaksanaan pengawalan UPSUS telah dilaksanakan di 5 kabupaten di Jawa Timur yaitu Madiun, Ngawi, Ponorogo, Magetan dan Pacitan, namun demikian peneliti Balittanah juga terlibat dalam pendampingan UPSUS di lokasi lokasi lainnya sesuai permintaan penanggung jawab lokasi atau penugasan dari pimpinan. Pendampingan UPSUS di Jawa Timur dilaksanakan antara lain melalui keterlibatan secara aktif Tim Balittanah pada Rapat Koordinasi tingkat provinsi atau kabupaten baik yang dilakukan oleh Dinas Pertanian maupun oleh Kodam V Brawijaya. Tim Balittanah aktif memberikan masukan pada upaya percepatan pencapaian target luas tanam dan mencari solusi jika terdapat permasalahan di lapangan (Gambar 88).

Dalam rangka mencapai swasembada pangan, Presiden RI, Jokowi, mencanangkan mengembangkan lahan pertanian seluas 1,2 juta ha di Kab. Merauke sehingga menjadikan Merauke sebagai daerah lumbung pangan nasional. Produktivitas lahan sawah di Merauke

sebesar 4,8 t GKP/ha dengan menggunakan sistem manual. Target produksi per hektar akan ditingkatkan menjadi 6 t GKP/ha, sehingga dalam tahun pertama bisa menghasilkan 1,5 juta ton. Menindak lanjuti arahan Menteri Pertanian, maka pada tanggal 1 – 3 Juni 2015 Badan Litbang Pertanian telah menerjunkan Tim dari berbagai keahlian untuk melakukan kajian cepat (*quick assessment*) yang berkaitan dengan aspek lahan, potensi hidrologi untuk pengairan, perbenihan, mekanisasi pertanian, dan pasca panen. Berdasarkan kajian cepat tersebut dan diskusi dengan Pemkab. Merauke di Kantor Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Merauke telah disepakati lokasi pencetakan sawah baru seluas 10.000 hektar yang keseluruhannya berada di distrik Tanah Miring. Tim ini juga telah menyusun rancang bangun (*design*) saluran irigasi dari Sungai Kumbe ke lokasi sawah baru dan lokasi perbenihan, mekanisasi pertanian, introduksi benih padi unggul dan pasca panen.



Gambar 88. Koordinasi dengan TNI di Merauke dalam rangka pembukaan sawah baru.

7.4. Workshop Penyusunan Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi Mendukung Swasembada Pangan

Pemupukan memegang peranan yang sangat penting dalam peningkatan produksi pertanian. Sejauh ini penggunaan pupuk di sektor pertanian masih belum rasional dan berimbang, seperti yang terjadi di lahan sawah dimana penggunaan pupuk cenderung berlebih. Sebaliknya di lahan kering yang memerlukan pupuk lebih banyak justru dipupuk sedikit. Pemupukan yang rasional dan berimbang dapat tercapai apabila didasarkan pada uji tanah dengan memperhatikan status dan dinamika hara tanah serta kebutuhan tanaman akan unsur hara tersebut untuk mencapai produksi optimum. Implementasi program pemupukan berimbang spesifik lokasi seyogyanya dilakukan oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) di seluruh Indonesia. Untuk itu, perlu dilakukan transfer teknologi untuk membina SDM BPTP, Pemda, dan laboratorium agar mempunyai kemampuan untuk menetapkan rekomendasi pemupukan dan teknologi pengelolaan lahan spesifik lokasi di wilayahnya. Tujuan dari kegiatan ini adalah : (1) meningkatkan pemahaman mengenai peranan uji tanah sebagai dasar menentukan dosis rekomendasi pupuk spesifik lokasi serta (2) mempersiapkan SDM BPTP, Pemda, dan laboratorium agar mempunyai kemampuan : (a) melaksanakan penelitian uji tanah, (b) menyusun rekomendasi pemupukan berdasar uji tanah, (3) menetapkan teknologi pengelolaan hara yang tepat untuk *stakeholder* dan petani di wilayahnya.

Workshop Penyusunan Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi Mendukung Swasembada Pangan dilaksanakan di Bogor pada tanggal 23-28 Agustus 2015 dengan peserta sekitar 40 orang yang berasal dari Balit/BPTP lingkup Balitbangtan yang memiliki laboratorium tanah, Pemda dan staff

laboratorium Balittanah (Gambar 1). Narasumber berasal dari perguruan tinggi, Balitbangtan, dan Komite Akreditasi Nasional (KAN). Materi *workshop* antara lain tentang : (a) prinsip-prinsip dasar uji tanah dan tanaman serta implementasi hasil penelitian uji tanah yang telah diterapkan di lapangan oleh Balittanah dan IPB, (2) penetapan dosis pupuk berdasar percobaan kalibrasi uji P dan K pada tanaman sayuran oleh peneliti BPTP Papua Barat dan Balitsa, (c) delivery teknologi rekomendasi kepada pengguna oleh BPP2TP, dan (d) pemahaman tentang jaminan mutu hasil pengujian sesuai ISO 17025 untuk laboratorium pengujian oleh KAN, (e) penentuan rekomendasi berbagai jenis tanaman sayuran oleh Balitsa, (f) praktek lapang pengambilan contoh dan *layout* percobaan kalibrasi uji tanah di Balai Penelitian Sayuran Lembang, (g) praktek analisa tanah, tanaman, dan pupuk dilakukan di Laboratorium Pengujian Balittanah, (h) praktek penggunaan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) atau Perangkat Uji Tanah Kering (PUTK).

Berdasarkan hasil diskusi selama pelatihan berlangsung, dapat dicatat bahwa pada umumnya dosis anjuran pemupukan untuk komoditas selain padi, jagung dan kedele belum sepenuhnya didasarkan prinsip-prinsip uji tanah (*soil testing*). Percobaan pemupukan non padi hanya dilakukan di beberapa lokasi saja. Analisis contoh tanah awal sebagai dasar penetapan status hara tanah belum menjadi kebiasaan atau jarang dilakukan, karena dosis pupuk untuk beberapa komoditas tidak mensyaratkan adanya kebutuhan data tanah dan tanaman tersebut.



Praktek lapangan di Balai Penelitian Sayuran dilaksanakan dengan meninjau percobaan kalibrasi uji P dan K pada tanaman bawang merah, cabai, dan brokoli. Praktek lapang di lokasi percobaan secara langsung membuat para peserta menjadi lebih paham tentang pelaksanaan percobaan korelasi dan kalibrasi yang memerlukan teknik *lay out* lapangan tersendiri. Cara penentuan perlakuan, peletakan blok dan ulangan serta cara pengambilan sampel tanah dan tanaman yang spesifik diperagakan oleh para teknisi dan peneliti diikuti oleh peserta *workshop*.

Praktek analisa uji tanah di laboratorium membuat pemahaman peserta *workshop* semakin meningkat karena lebih memahami

bahwa tidak semua pengestrak unsur hara dapat digunakan dalam analisis uji tanah. Pengekstrak tertentu saja mempunyai korelasi tinggi dengan tanah dan tanaman tertentu yang akan digunakan sebagai metode analisis terpilih untuk jenis tanah dan tanaman tertentu.

Hasil evaluasi dari workshop ini bahwa peserta lebih paham dan mengerti tentang konsep pemupukan berimbang spesifik lokasi yang didasarkan pada pendekatan uji tanah. Tindak lanjut dari kegiatan ini adalah terus terjalin kerjasama yang baik antara BPTP, Balai Komoditas dengan Balittanah sebagai *leader* Program Pengembangan Pemupukan Berimbang untuk Berbagai Komoditas Tanaman.

Manajemen



8.1 Perencanaan Program dan Anggaran

Penyusunan program dan anggaran Balittanah TA 2015 ditetapkan dalam rangka memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan pengelolaan tanah untuk mendukung pembangunan pertanian. Kegiatan penelitian tanah perlu dirumuskan dengan baik dan terarah guna mendukung Program Pengembangan Agribisnis dan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. Kegiatan penelitian TA 2015 mengacu Renstra Balai Penelitian Tanah 2015 – 2019 merupakan penjabaran dari Renstra Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2015 – 2019. Di dalam Renstra 2015 – 2019 telah tersusun *output* tahunan secara lengkap, namun karena kebutuhan akan informasi dan teknologi sangat cepat perkembangannya, maka diperlukan penajaman *output* tahunan penelitian dari tahun ke tahun.

Tujuan dari kegiatan ini adalah :

- a. Menyiapkan bahan penyusunan rencana kegiatan penelitian tanah TA 2016.
- b. Menyiapkan bahan penyusunan anggaran penelitian dan manajemen TA 2016.
- c. Menyiapkan bahan rencana pengembangan dan implementasi I-Program Balittanah TA. 2015 dan 2016.

Metode Perencanaan Program dan Anggaran menganut prinsip *top down* dan *bottom up* dengan memperhatikan skala prioritas. Prioritas penelitian tanah, pada prinsipnya ditetapkan berdasarkan tantangan dan kebutuhan pembangunan pertanian secara nasional, terutama yang berkaitan dengan pengembangan agribisnis, ketahanan pangan nasional dan kelestarian lingkungan. Program penelitian tanah terdiri atas inventarisasi sumber daya lahan, penelitian pengelolaan lahan sawah, dan lahan kering.

Setelah arah dan prioritas penelitian untuk tahun akan datang ditetapkan, maka peneliti yang memenuhi kualifikasi diharuskan menyusun matrik program penelitian. Dari hasil penilaian Tim Pakar Balai Penelitian Tanah terhadap matrik yang disusun dan dikonsultasikan dengan Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian (BB Litbang SDLP), maka ditetapkan program-program yang disetujui untuk disusun dalam sebuah proposal.

Proposal Penelitian disusun dengan mengacu Renstra Balai Penelitian Tanah 2015 – 2019. Selanjutnya program penelitian dijabarkan menjadi program yang lebih rinci yaitu proposal rencana penelitian tim peneliti (RPTP). Mekanisme dan siklus perencanaan program tersebut mengikuti mekanisme dan siklus yang disusun oleh Balittanah dan Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP).

Setiap tingkat proposal dievaluasi terlebih dahulu oleh tim pakar yang diketuai oleh koordinator program penelitian. Proposal RPTP dievaluasi oleh tim pakar Balittanah, BB Litbang SDLP, dan Badan Litbang Pertanian. Penilaian dan persyaratan evaluator mengikuti petunjuk BB Litbang SDLP dan Badan Litbang Pertanian. Selanjutnya rencana program dan anggaran diusulkan ke Badan Litbang Pertanian.

Rumusan Output tahun 2015

Kegiatan TA 2015 yang tercantum dalam Rencana Kegiatan Anggaran Kementerian/Lembaga (RKA-KL) Balai Penelitian Tanah berjumlah 21 judul kegiatan yang terdiri atas: 7 judul kegiatan penelitian berbentuk rencana penelitian tingkat peneliti (RPTP), 3 judul kegiatan rencana diseminasi hasil penelitian (RDHP), dan 11 judul kegiatan rencana kegiatan tahunan manajemen (RKTm). Dari 21 judul kegiatan tersebut, 7 RPTP dan 3 RDHP

merupakan kegiatan baru, sedangkan 11 kegiatan RKTm merupakan kegiatan lanjutan yang akan dibiayai dari Satker Balai Penelitian Tanah TA 2015 (Tabel 47).

Tabel 47. Komponen RPTP, RDHP, dan RKTm Balittanah TA. 2015

No.	RPTP, RDHP, RKTm	Status
A	Komponen Rencana Penelitian Tingkat Peneliti (RPTP)	
1.	Pemetaan Lahan Terdegradasi Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Propinsi Jawa Barat	Baru
2.	Penelitian Pengelolaan Lahan dan Optimalisasi Sumber daya Hayati Tanah Mendukung Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan yang Adaptif terhadap Perubahan Iklim	Baru
3.	Penelitian Pengelolaan Lahan Suboptimal dan Lahan Terdegradasi untuk Mendukung Swasembada Pangan Berkelanjutan	Baru
4.	Penelitian Pengelolaan Lahan Sawah Mendukung Program Peningkatan Produksi Komoditas Strategis	Baru
5.	Penelitian Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi dan Teknologi Pengelolaan Hara Terpadu Padi Gogo pada Lahan Kering Masam	Baru
6.	Penelitian Formulasi Serta Teknik Produksi Pupuk dan Pembenh Tanah Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan	Baru
7.	Perakitan dan Pengembangan Test Kits dan Perangkat Lunak Pengelolaan Lahan Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan	Baru
B	Komponen Rencana Diseminasi Hasil Penelitian (RDHP)	Status
1.	Pengembangan Sistem Informasi, Diseminasi Inovasi Teknologi dan Kerjasama Penelitian Sumber daya Tanah Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan	Baru
2.	Pengelolaan Lahan Kering Masam Berkelanjutan Berbasis Agroeduwisata di KP. Taman Bogo	Baru
3.	Identifikasi Calon Lokasi, Koordinasi, Bimbingan dan Dukungan Teknologi UPSUS Padi, Jagung dan Kedelai, TSP	Baru
C	Komponen Rencana Kegiatan Tahunan Manajemen (RKTm)	Status
1.	Perencanaan Program dan Anggaran	Lanjutan
2.	Pengendalian Internal, Monitoring dan Evaluasi	Lanjutan
3.	Penataan dan Pengelolaan Satker	Lanjutan
4.	Operasional Pemeliharaan Laboratorium Tanah dan Kebun Percobaan	Lanjutan
5.	Pembayaran Gaji dan Tunjangan	Lanjutan
6.	Penyelenggaraan Operasional dan Pemeliharaan Perkantoran	Lanjutan
7.	Kendaraan Bermotor	Lanjutan
8.	Perangkat Pengolah Data dan Komunikasi	Lanjutan
9.	Pengadaan Peralatan Laboratorium Tanah	Lanjutan
10.	Pengadaan Sarana Perkantoran	Lanjutan
11.	Sarana dan Prasarana Gedung	Lanjutan

Rumusan Kebutuhan Anggaran Penelitian TA. 2015

Total belanja yang dialokasikan untuk Balai Penelitian Tanah pada TA 2015 berdasar pagu definitif berjumlah Rp. 28.130.088.000,- dengan rincian 42,92% Belanja Pegawai, 33,91% belanja barang, dan 23,17 % belanja

modal. belanja pegawai terdiri atas gaji dan tunjangan PNS sebesar Rp. 12.073.636.000,- atau sama dengan 42,92 % dan sisanya sebesar Rp. 16.056.452.000,- atau 57,08 % untuk kegiatan penunjang dan penelitian.

Alokasi anggaran untuk pelaksanaan kegiatan penelitian, administrasi dan pendukung lainnya berjumlah Rp.16.056.452.000,- yang terdiri atas: administrasi kegiatan sebesar Rp. 4.702.370.000,- (29,29 %), biaya pendukung kegiatan penelitian sebesar Rp. 8.970.682.000,- (55,87 %), dan biaya kegiatan pelaksanaan penelitian sebesar Rp. 2.383.400.000,- (14,84%).

Data I-Program Balittanah 2015

Aplikasi I-Program merupakan aplikasi berbasis *intranet* (jaringan VPN), oleh karena itu penggunaan aplikasi I-Program memerlukan koneksi khusus dalam operasionalnya. Aplikasi I-Program dibagi menjadi dua peruntukan, yakni bagi masyarakat atau *stakeholder* dan bagi pengelola internal Balitbangtan. Aplikasi I-Program sebagai salah satu instrumen dalam penyusunan dan formulasi program perencanaan Balitbangtan terus dikembangkan dan disempurnakan kearah fasilitas yang diperlukan, penyesuaian dan reformulasi restrukturisasi program dan kegiatan Balitbangtan sesuai dengan Renstra Balitbangtan 2015-2019. Pengembangan aplikasi I-Program merupakan integrasi dan penyempurnaan sistem yang telah ada menjadi suatu sistem informasi terpadu yang dapat dipantau oleh pimpinan (*top management*) melalui suatu *dashboard*, maupun oleh *stakeholder* Balitbangtan melalui suatu web dengan alamat <http://intra.litbang.pertanian.go.id>. Pengembangan I-Program dapat menyajikan modul laporan (*report*) yang dihasilkan (*output*) berupa inovasi teknologi

dan sasaran akhir dari rencana penelitian/pengkajian yang akan dilaksanakan dengan menyebutkan indikator secara terukur, serta penelusuran dengan menggunakan kata kunci, program, renstra, program renja tahunan dan judul RPTP/RDHP/RKTM serta penanggungjawab. Aplikasi I-Program menggunakan intranet sehingga bisa diakses langsung oleh eselon di atasnya seperti I-program Balittanah dapat diakses baik oleh Balai Besar Sumber daya Lahan Pertanian (BBSDLP) maupun oleh Badan Litbang Pertanian, *entry* dan *updating* data-data waktunya tertentu tidak setiap ada perubahan pada proposal misalnya bisa langsung merubahnya kedalam *software* I-Program tersebut. Data-data yang telah di-*entry*-kan lebih dulu akan dikunci oleh Badan Litbang Pertanian, apabila ingin merubahnya terlebih dahulu Badan Litbang Pertanian harus melakukan penolakan terhadap kegiatan yang akan dilakukan perubahan dan Badan Litbang Pertanian akan membuka I-Program Balai Penelitian Tanah. Dengan demikian perencanaan dalam penyusunan proposal diharapkan dilakukan dengan benar dan lebih cermat sehingga tidak sering mengalami perubahan. Data dalam I-Program terdiri atas seluruh data-data baik RPTP, RDHP, maupun RKTM. Data dalam I-Program berisi antara lain: judul kegiatan RPTP/RDHP/RKTM, *output*, ringkasan, tujuan, keluaran akhir, justifikasi, instansi terkait, pengguna akhir, rupiah murni, tahapan, dibuat, diusulkan, diperiksa, dan di *update*. Data I-Program Balittanah TA. 2015 disajikan pada lampiran sbb:



Gambar 89. Staf Lingkup BBSDLP yang mengikuti Workshop I Program Balitbangtan



Gambar 90. Staf Balittanah sedang *entry* data ke dalam *Software* I-Program 2015

Intranet Badan Litbang Pertanian User: program-balittanah | Logout

Home Rencja Rencstra

Lap. Program Rencja UPT Judul Tematik Hibah DN Hibah LN Pjaj LN

Daftar Rencja UPT

Jenis:	Klasifikasi:	Jenis Belanja:	Satker:
- Semua -	- Semua -	- Semua -	- Semua -
Tahun:	Bidang/Kemendagri:	Tematik:	Tahapan:
- Semua -	- Semua -	- Semua -	- Semua -
Output:	-		
- Semua -	-		
Judul:	-		
- Semua -	-		

1 2 3 4 >

Data 1-99 dari 38

No	Tahun	Tahapan	Judul	Klas. Tematik	Belanja & Output	Biaya
1	KPTP 2015	Balittanah Dianalisis LN	0662.2015.007 - Pemetaan lahan terdegradasi mendukung pertanian ...	Peri/yng. In-House Adaptasi Rilis (Padi Sawah)	Barang Non Operasional 1 Peta potensi sumberdaya lahan pertanian	182 jt
2	KPTP 2015	Balittanah Dianalisis LN	0662.2015.009 - Penelitian pengelolaan lahan dan optimalisasi ...	Bahan Baku Bioteknologi Adaptasi Rilis (Padi, Kacang Kedelai, Cabe)	Barang Non Operasional 3 Komponen Teknologi Pengelolaan SDL	553 jt
3	KPTP 2015	Balittanah Dianalisis LN	0662.2015.010 - Penelitian Pengelolaan Lahan Sub-Optimal dan ...	Ketahanan Pangan Adaptasi Rilis	Barang Non Operasional 2 Komponen Teknologi	550,4 jt

Gambar 91. Bagian dari *Software* I - Program Balitbangtan 2015

Intranet Badan Litbang Pertanian User: program-balittanah | Logout

Home Rencja Rencstra

Lap. Program Rencja UPT Judul Hibah DN Hibah LN Pjaj LN

Rencja UPT » 2014: Balittanah/2010/001 - Penelitian Pengembangan Teknologi Pengelolaan ...

Tahun: 2014

Judul: Balittanah/2010/001 - Penelitian Pengembangan Teknologi Pengelolaan Lahan sawah dan Lahan Kering Mendukung Program Strategis Kemandirian

Satker: Balai Penelitian Tanah

Klasifikasi: Penelitian/Perencanaan/Pengajaran » Kegiatan Utama

Ind. Sukses: Pencapaian Swasembada dan Swasembada Berkelanjutan

Jenis Belanja: Barang Non Operasional

Output #1: Teknologi pengelolaan lahan sawah dan kering- 6 Teknologi

Ringkasan: Kegiatan penelitian dilakukan pada Agroekosistem lahan sawah tadana lahan sawah tadah bujan dan sawah bujan baru. Untuk penelitian pengelolaan hara makro sekunder dan hara mikro akan dilakukan pada awal sawah yang telah dikelola secara intensif. Penelitian pada lahan kering akan dilakukan pada agroekosistem lahan kering masam, lahan kering iklim kering, dan lahan kering yang menjadi sentra produksi hortikultura. Ketiga agroekosistem tersebut tergolong sebagai lahan kering sub-optimal karena adanya faktor pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman. Kegiatan akan dilaksanakan di Provinsi Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Nusa Tenggara Timur. Beberapa kegiatan penelitian akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:
1. Penelitian Pengawasan Teknologi Pengelolaan Lahan Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah Tadah Hujan. Percobaan lapang dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan jumlah perlakuan adalah 10 dan diulang 3 kali. Perlakuan penutupan yang dicoba merupakan integrasi antara penutupan anorganik dan pupuk organik.

Gambar 92. Data I-Program penelitian Balittanah 2015

8.2 Pengendalian Internal, Monitoring, dan Evaluasi

Balai Penelitian Tanah TA 2015 menetapkan 7 (tujuh) Proposal Penelitian, tiga Proposal Diseminasi dan sebelas Proposal Manajemen. Ketujuh Proposal Penelitian tersebut adalah: 1) Pemetaan lahan terdegradasi mendukung pertanian berkelanjutan di Propinsi Jawa Barat; 2) Penelitian pengelolaan lahan dan optimalisasi sumberdaya hayati tanah mendukung sistem pertanian bioindustri berkelanjutan yang adaptif terhadap perubahan iklim, (3) Penelitian

pengelolaan lahan suboptimal dan lahan terdegradasi untuk mendukung swasembada pangan berkelanjutan; 4) Penelitian Pengelolaan lahan kering masam untuk mendukung swasembada pangan berkelanjutan; 5) Penelitian pengelolaan lahan sawah mendukung program peningkatan produksi komoditas strategis; 6) Penelitian formulasi serta teknik produksi pupuk dan pembenah tanah mendukung pembangunan

pertanian; dan 7) Perakitan dan pengembangan *test kits* dan perangkat lunak pengelolaan lahan mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan. Adapun tiga kegiatan diseminasi adalah: 1) pengembangan sistem informasi, diseminasi inovasi teknologi dan kerjasama penelitian sumber daya tanah mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan; 2) pengelolaan lahan kering masam berkelanjutan berbasis agro eduwisata di Kp Taman Bogo; 3) identifikasi calon lokasi, koordinasi, bimbingan, dan dukungan teknologi UPSUS padi, jagung dan kedelai, TSP.

Dalam rangka pencapaian *output* yang telah ditetapkan, diperlukan upaya pengendalian internal (PI), pemantauan/monitoring serta evaluasi pelaksanaan kegiatan. Pengendalian internal dan monev dilakukan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan akhir kegiatan. PI dan Monev merupakan alat manajemen yang dapat digunakan untuk mengetahui peluang dan tingkat keberhasilan suatu kegiatan. Pemantauan merupakan kegiatan yang teratur dan berkesinambungan dan dilakukan terhadap kegiatan yang sedang berlangsung. Data hasil pemantauan dapat dijadikan sebagai bahan dalam evaluasi berkelanjutan dan perbaikan dimasa yang akan datang.

Monev lebih ditekankan pada suatu periode tertentu dalam suatu kurun waktu kegiatan, dan diatur sesuai dengan kebutuhan. Dalam kegiatan penelitian, monev digunakan untuk mengukur keragaan dan kualitas kemajuan penelitian, serta keberhasilan penyelesaian kegiatan. Kegiatan monitoring dan evaluasi terdiri atas a) penilaian matrik dan proposal; b) monitoring pelaksanaan kegiatan penelitian; c) evaluasi laporan hasil penelitian; d) basis data monev kegiatan Balittanah; dan e)

laporan akuntabilitas kinerja instansi pemerintah (LAKIP) 2015.

Manajemen Pengendalian Internal

Hasil pemantauan ke KP Taman Bogo diketahui bahwa di KP Taman Bogo Rapat rutin dilaksanakan setiap bulan pada tanggal 17 setelah upacara, bukti daftar hadir perlu didokumentasikan (foto, notulen, undangan, absen). KP Taman Bogo perlu disediakan sarana komunikasi seperti (bahan seminar intern, nasional, jurnal ilmiah). Menindaklanjuti hasil PI monev telah dilakukan bimbingan teknis terkait pengelolaan perpustakaan sebanyak 2 orang dari KP Taman Bogo, penataan ruangan perpustakaan, dan penataan koleksi publikasi.

Monitoring dan Evaluasi

Pada bulan Januari Balittanah telah menyusun matrik perencanaan kegiatan tahun anggaran 2016. Matrik yang telah disusun dibahas oleh tim evaluasi matrik, yaitu tim tiga belas, selanjutnya dievaluasi di tingkat BBSDLP. Matrik penelitian yang telah dibahas ditingkat eselon III/UPT dievaluasi kembali ditingkat eselon II/UK. Evaluasi oleh eselon II dalam hal ini BBSDLP. Hasil evaluasi ditingkat eselon II sebagai berikut terdapat 8 usulan RPTP, 2 usulan RDHP, dan 6 usulan RKTMM dan 1 usulan belanja modal dengan total dana yang diusulkan sebesar Rp. 31,860,000.000. Dari matrik kegiatan tersebut disusunlah proposal pelaksanaan kegiatan. Hasil evaluasi tim evaluator BBSDLP/eselon II terhadap matrik penelitian dan diseminasi dikembalikan ke Balittanah untuk dibuatkan proposalnya untuk dievaluasi tingkat balai dan BBSDLP.

Monitoring terhadap laporan bulanan dilakukan setiap bulan. Kegiatan satker Balittanah baik kegiatan manajemen, penelitian maupun diseminasi setiap bulan dilaporkan baik

fisik kegiatan maupun keuangan. Kegiatan fisik melaporkan kemajuan kegiatan yang telah dilaksanakan pada bulan sebelumnya, yang sedang berlangsung dan yang akan dikerjakan pada bulan berikutnya. Rata-rata capaian fisik adalah 100 % dengan realisasi keuangan sebesar 97,8%. Monitoring bulanan ini wajib dilakukan oleh setiap penanggung jawab kegiatan. Monitoring yang dilakukan antara lain realisasi fisik dan keuangan, dan tahapan

kegiatan (bulan yang lalu, bulan berjalan dan rencana kegiatan bulan yang akan datang.

Monev lapangan dimaksudkan untuk mengevaluasi kesesuaian pelaksanaan kegiatan antara proposal dengan pelaksanaan di lapangan, kemajuan pelaksanaan kegiatan, dan membantu bila terjadi ketidak-sesuaian pelaksanaan dan progres kegiatan (Gambar 93-95)



Gambar 93 .Keragaan tanaman jagung saat dilaksanakan monev di KP Taman Bogo (kiri), dan tanaman cabai di Garut



Gambar 94. Keragaan saat tim monev di lokasi penelitian lahan bekas tambang di Kalimantan dan Lampung, serta kegiatan penelitian di rumah kaca.



Gambar 95. Monev kegiatan di laboratorium

Basis Data Monev kegiatan Balittanah

Basisdata Monev kegiatan Balittanah dientri setiap bulan ke dalam suatu aplikasi PMK 249 (Gambar 96). PMK 249 merupakan aplikasi yang memonitor kegiatan dalam suatu satker berupa progres kemajuan fisik setiap kegiatan pada setiap bulan. Kemajuan kegiatan setiap bulan dilaporkan ke dalam aplikasi tersebut, sehingga kegiatan yang sedang berjalan dapat termonitor dengan baik, mencegah kesalahan sedini mungkin serta mengurangi risiko yang lebih besar.

Laporan Akuntabilitas Kinerja (LAKIN) 2015

Laporan akuntabilitas kinerja Balittanah yaitu menyajikan kinerja dan *outcome/dampak*

hasil penelitian di Balai Penelitian Tanah tahun 2015 yang tercermin melalui hasil pengukuran capaian sasaran disajikan dalam bentuk data atau informasi tentang keberhasilan/kegagalan, permasalahan dan kendala dalam pencapaian kinerja kegiatan serta dampak dari hasil penelitian yang sudah dilakukan. Capaian kinerja Balittanah di sajikan pada Tabel 48. Secara keseluruhan kinerja Balittanah tahun 2015 dapat dikategorikan sebagai sangat berhasil karena capaian indikator kinerja sasaran persentasenya mencapai 111,62 %, termasuk katagori sangat berhasil karena > 100 persen.

The screenshot shows the 'Smart' application interface for monitoring participation. The main content is a table titled 'Monitoring Partisipasi Satuan Kerja Tahun Anggaran 2015'. The table has columns for months (Jan to Dec) and a 'Total' row. All month cells contain a green checkmark and the number '1', indicating 100% participation for the 'BALAI PENELITIAN TANAH BOGOR' unit.

No.	Kode KL	Kode Unit	Kode Satker	Nama Satker	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1.	018	09	640580	BALAI PENELITIAN TANAH BOGOR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Total					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 96. Aplikasi PMK 249

Tabel 48. Capaian target kinerja Balittanah, tahun 2015

No.	Sasaran Program/Kegiatan	Indikator Kinerja	Target	Capaian	Persen Capaian (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Tersedianya teknologi pengelolaan lahan untuk peningkatan produktivitas lahan pertanian berkelanjutan	1. Jumlah sistem informasi sumber daya lahan pertanian	2 Sistem Informasi	2 Sistem Informasi	100
2. Jumlah informasi geospasial sumber daya pertanian		1 Peta	1 Peta	100	
3. Jumlah teknologi pengelolaan lahan untuk adaptasi dan mitigasi Perubahan Iklim		6 Teknologi	6 Teknologi	100	
2.	Tersedianya formula pupuk dan pembenah tanah, test kits, perangkat lunak serta isolat unggul untuk mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan	4. Jumlah formula dan produk pertanian ramah lingkungan (pupuk anorganik, pupuk organik, pupuk hayati, pembenah tanah, dan pestisida)	4 Formula	4 Formula	100
5. Jumlah test kit		3 Jenis Test Kit	4 Jenis Test Kit	133,33	
6. Jumlah <i>database</i> dan informasi sumber daya lahan pertanian		2 Database	2 Database	100	
		7. Jumlah isolat unggul	20 Isolat	20 Isolat	100
3.	Tersedianya sistem informasi sumber daya tanah dan diseminasi hasil penelitian tanah serta kerjasama penelitian mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan	8. Jumlah KTI	24 buah	24 buah	100
		9. Jumlah HKI	2 invensi	2 invensi	100
		10. Jumlah lisensi	2 invensi	2 invensi	100
		11. Jumlah MoU	2 kontrak	5 kontrak	250
		12. Jumlah laporan tahunan	1 judul	1 judul	100
		13. Jumlah judul buku	1 judul	1 judul	100
		14. Jumlah juknis	3 juknis	3 juknis	100
		15. Jumlah video	2 judul	2 judul	100
		16. Jumlah <i>Up dating</i> basis data	2 kali/th	2 kali/th	100
		17. Jumlah <i>Up dating</i> website	220 kali/th	167 kali/th	84
		18. Dokumentasi KNAPPP	1 Dokumen	3 Dokumen	300

8.3 Pengelolaan Gaji dan Tunjangan

Pengelolaan gaji dan tunjangan Balittanah TA 2015 mengacu pada Undang-Undang No. 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara, Undang-Undang No. 1 Tahun 2004 tentang Perbendaharaan Negara, dan Undang-Undang No. 15 tahun 2004 tentang Pemeriksaan Pengelolaan dan Tanggungjawab Negara. Pengelolaan anggaran menggunakan Sistem Penganggaran Berbasis Kinerja dalam rangka mendukung tugas dan fungsi Balittanah. DIPA Satker Balittanah TA 2015 mengamanatkan juga untuk pelaksanaan, pengawasan, dan penanganan yang lebih khusus dalam mengelola penggunaan anggaran belanja pegawai, serta validasi data kepegawaian yang lebih akurat guna menunjang kebutuhan belanja pegawai. Pendistribusian gaji menggunakan jasa rekanan (bank) agar lebih rapih, mudah, aman, tepat waktu, dan

akuntable. Mekanisme ini sekaligus sebagai pembenahan dan reformasi pengelolaan keuangan negara.

Realisasi serapan anggaran untuk gaji dan tunjangan adalah sebesar Rp. 11.641.249.175,- dari total pagu sebesar Rp. 12.073.636.00,- atau sebesar 96,42 % dengan capaian fisik 100%. Sisa serapan terjadi akibat adanya perhitungan yang berlebih dalam perkiraan kebutuhan gaji. Sehingga ke depan perlu dilakukan perhitungan kebutuhan gaji secara lebih cermat lagi.

Pembayaran Tunjangan Kinerja (Tunkin) telah dibayarkan melalui DIPA Kementerian Pertanian sebesar Rp. 5.878.239.580,- yang terdiri atas pembayaran Tunkin selama 13 bulan dengan kenaikan menjadi 70% mulai bulan Mei 2015

8.4 Operasional dan Pemeliharaan Perkantoran

Balai Penelitian Tanah mempunyai aset bangunan yang berada di empat lokasi, yaitu: 1) gedung baru di Jl . Tentara Pelajar 12; 2) gedung lama di Jalan Juanda 98 Bogor; 3) Instalasi Sindang Barang; dan 4) Kebun Percobaan Taman Bogo di Lampung. Gedung dan aset tersebut perlu terus dipelihara dan dirawat agar dapat berfungsi dengan baik. Dalam rangka menjamin kelancaran, keamanan, dan kenyamanan pegawai untuk bekerja, maka aset barang milik negara (BMN) gedung dan bangunan, serta kendaraan harus dipelihara agar fungsi BMN dapat dipertahankan dan dapat berfungsi dalam waktu yang lebih lama. Dukungan dana dan prioritas/pemeliharaan perlu dirancang secara dengan baik, efisien, tepat sasaran dan tepat waktu. Kegiatan RKTMM Tahun Anggaran 2015 dengan

judul Penyelenggaraan Operasional dan Pemeliharaan Perkantoran meliputi kegiatan meliputi 4 sub kegiatan, yaitu: 1) kebutuhan sehari-hari perkantoran; 2) layanan daya dan jasa; 3) pemeliharaan perkantoran; dan 4) pembayaran terkait operasioal perkantoran.

Kebutuhan sehari-hari perkantoran

Kebutuhan sehari-hari perkantoran meliputi hidangan rapat, langganan Tabloid Sinar Tani dilaksanakan setiap bulan dengan 4 penerbitan, langganan 2 koran nasional (Kompas dan Republika), pembayaran 10 orang satuan pengamanan (Satpam), dan 8 orang kebersihan, serta 12 orang dengan penugasan khusus, pembayaran 12 bulan langganan internet, belanja penambah daya tahan tubuh untuk laboran dan penyediaan air minum mineral (Tabel 49 n).

Tabel 49. Daftar petugas keamanan dan kebersihan Balittanah, TA 2015.

No	Jenis pekerjaan	Nama personil	Penugasan
1	Satuan Pengamanan	Rohman Hidayat Kurniawan, Wahyu Eka Taryana, Ahmad Amirudin, Ucu Junaedi, Yudi Wildan, Nurdin, Wahyu, Sidik, Hamirullah,	Kantor Cimanggu Intalasi Laladon
2	Tenaga Kebersihan	Roni Sumilar, Dani Rusdani, Ses Ridayenti, Yurian, Achmad, Sabiluddin, Dayat, Hendi Rahmawan	Kantor Cimanggu KP Taman Bogo
3	Penugasan khusus	Ir. Didik Sukristyo Hastono Iin Dwi Suharti, SSi, Rini Prihatini, S.Si, Achmad Fajar, S.Si; Mukhamad Reza, A.Md Hilman, Rudi Sudjatmoko Rani Fitria, Eka Yunita Syawalannur, AMd; Sofyan Teruna, Mufti Wirahadinata, AMd; Heriyantini	Teknisi Analisis Pengemudi Ketata-usahaan Pekarya

Layanan daya dan jasa

Layanan daya dan jasa meliputi langganan listrik (Jl. Juanda, Sindang Barang, dan KP Taman Bogo), Langganan telepon (Cimanggu, Jl. Juanda, Sindang Barang, dan KP. Taman Bogo), Langganan air (Sindang Barang dan Jl

Juanda), serta langganan gas (Juanda). Langganan air dan listrik Cimanggu masih menjadi satu dengan BBSDLP dan dibayarkan oleh BBSDLP (Tabel 2)

Tabel 2. Daftar realisasi pembayaran layanan daya dan jasa 2015

No	Belanja daya dan jasa	Pagu	Realisasi	Sisa
1	Listrik	360.000.000	361.711.376	(1.711.376)
2	Telepon	42.000.000	30.400.486	11.599.514
3	Air	36.0000.000	11.835.600	24.164.400
4	Gas	3.000.000	1.632.000	1.368.000
	Jumlah	441.000.000	405.579.462	35.420.538
	Persen		91,97	8,03

Pemeliharaan perkantoran

Pemeliharaan gedung dan sarana perkantoran Balittanah dilaksanakan di 4 lokasi, yaitu: Jl. Tentara Pelajar/ Cimanggu, Jl. Juanda, Sindang Barang, dan KP Taman Bogo. Pemeliharaan tersebut meliputi pemeliharaan ruangan kantor, halaman, taman dan kebun, mes, dan perabotan kantor. Kegiatan pemeliharaan yang

lain adalah peralatan dan mesin meliputi pemeliharaan AC, laptop, dan PC komputer, serta kendaraan roda 4 (mobil), roda 3 (KP Taman Bogo dan Cimanggu), pemeliharaan kendaraan roda 2 (motor), dan traktor. Pemeliharaan jaringan terdiri atas jaringan kelistrikan, saluran air, sarana telepon, internet, dan gas (Tabel 3)

Tabel 3. Daftar pemeliharaan gedung dan sarana perkantoran Balittanah 2015.

No	Jenis barang yang dipelihara	Keterangan
1	Gedung dan penambahan nilai	ruangan kantor, halaman, taman, kebun, mess dan perabotan kantor.
2	Peralatan dan mesin	AC, laptop, PC komputer, kendaraan roda 4 (9 buah mobil), roda 3 (2 buah), dan kendaraan roda 2 (6 buah), dan traktor (2 buah)
3	Pemeliharaan jaringan	terdiri atas jaringan kelistrikan, saluran air, sarana telepon, internet, dan gas

8.5 Penataan dan Pengelolaan Satker

Kegiatan penataan dan pengelolaan satker sangat penting untuk mendukung tugas dan fungsi Balai Penelitian Tanah. Kegiatan ini mencakup 5 sub bidang kegiatan, yaitu: 1) pengelolaan manajemen kerumah-tangga; 2) pengelolaan manajemen keuangan; 3) pengelolaan barang milik negara (SAPP-BMN); 4) manajemen kepegawaian; dan 5) sertifikasi sistem mutu dan personil ISO 9001 : 2008

Pengelolaan manajemen kerumah-tangga

Dalam mengawali pelaksanaan seluruh kegiatan telah diterbitkan Surat Keputusan Kuasa

Pengguna Anggaran (KPA), Balai Penelitian Tanah, TA 2015 (Tabel 1). SK KPA tersebut sebagai dasar pelaksanaan kegiatan ditambah dengan beberapa surat penugasan. Selain itu telah pula dilaksanakan beberapa kegiatan rapat atau pertemuan yang bersifat manajemen administrasi maupun teknis penelitian, koordinasi, serta pertemuan-pertemuan lainnya. Kegiatan ini dilaksanakan dalam rangka mendukung tupoksi balai.

Tabel 1. Surat keputusan kuasa pengguna anggaran Balai Penelitian Tanah TA 2015

No.	J u d u l	Nomor SK dan Tanggal
1	Penunjukan pejabat Pembuat Komitmen pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	01/KU.410/I.8.2/01/2015
2	Penunjukan pejabat penguji dan penandatanganan SPM (P3-SPM) pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	02/KU.410/I.8.2/01/2015
3	Kedudukan, tugas, fungsi, dan struktur organisasi kuasa pengguna anggaran Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	03/KU.410/I.8.2/01/2015
4	Rencana operasional kegiatan dan jadwal palang pelaksanaan kegiatan pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	04/KU.410/I.8.2/01/2015
5	Penunjukan petugas pembayar gaji dan tunjangan dan pembuat daftar gaji pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	05/KU.410/I.8.2/01/2015
6	Penunjukan petugas pengelola keuangan yang terkait operasional satuan kerja dan penetapan besarnya honorarium pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	06/KU.410/I.8.2/01/2015
7	Pembentukan kelompok kerja unit layanan pengadaan barang dan jasa serta penetapan besarnya honorarium pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	07/KU.410/I.8.2/01/2015
8	Penunjukan pejabat pengadaan pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	08/KU.410/I.8.2/01/2015
9	Pembentukan panitia pemeriksa dan penerima hasil pekerjaan serta penetapan besarnya honorarium pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	09/KU.410/I.8.2/01/2015
10	Pembentukan tim teknis peralatan laboratorium tanah serta penetapan besarnya honorarium pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	10/KU.410/I.8.2/01/2015
11	Penunjukan penanggungjawab kegiatan dan pemegang uang muka kerja (PUMK) pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	11/KU.410/I.8.2/01/2015
12	Pedoman pemberian uang lumpsum/uang harian perjalanan dinas pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	12/KU.410/I.8.2/01/2015
13	Prosedur permintaan dan pertanggung jawaban biaya perjalanan dinas yang dibebankan anggaran DIPA Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	13/KU.410/I.8.2/01/2015
14	Penunjukan penanggungjawab kegiatan di Balai Penelitian Tanah yang diberi wewenang untuk menandatangani surat perintah kerja (SPK) borongan dan swakelola tahun anggaran 2015	14/KU.410/I.8.2/01/2015
15	Penunjukan penanggungjawab pool kendaraan dan penetapan kendaraan dinas yang biaya eksploitasinya dibebankan pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	15/KU.410/I.8.2/01/2015
16	Prosedur penggunaan kendaraan dinas Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	16/KU.410/I.8.2/01/2015
17	Penggunaan dan pembiayaan listrik, gas, PAM, telepon, faxsimile dan internet yang dibebankan pada anggaran Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	17/KU.410/I.8.2/01/2015

Lanjutan

No.	J u d u l	Nomor SK dan Tanggal
18	Prosedur kerja mengenai perawatan dan perbaikan barang-barang inventaris yang biaya perbaikannya dibebankan pada anggaran Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	18/KU.410/I.8.2/01/2015
19	Penetapan tenaga kontraktual dan besarnya honorarium yang dipekerjakan di Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	19/KU.410/I.8.2/01/2015
20	Penetapan besarnya honorarium petugas <i>output</i> kegiatan pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	20/KU.410/I.8.2/01/2015
22	Penetapan besarnya honorarium biaya tenaga <i>outsourcing</i> yang dipekerjakan di Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	22/KU.410/I.8.2/01/2015
23	Prosedur dan permintaan barang persediaan dan inventaris kantor yang dibebankan pada anggaran Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	23/KU.410/I.8.2/01/2015
24	Pembentukan kelompok kerja tenaga teknisi analisis (kimia, fisika, biologi tanah dan kebun percobaan Taman Bogo), dan tenaga administrasi penerimaan negara serta penetapan besarnya honorarium pada Balai Penelitian Tanah tahun anggaran 2015	24/KU.410/I.8.2/01/2015

Manajemen Keuangan Satker Balai Penelitian Tanah Tahun Anggaran 2015 mendapatkan dana DIPA sebesar Rp. 28.130.088.000,- dengan realisasi penggunaan mencapai Rp.27.511.126.820,- atau realisasi sebesar 97,80%. Sisa anggaran yang tidak terpakai sebesar Rp. 618.961.180,- atau 2,20% (Tabel

2). Telah disusun laporan keuangan yang terdiri atas SAI dan cacatan atas laporan keuangan (CALK) Semester I dan II Balai Penelitian Tanah 2015 yang merupakan bagian dari laporan keuangan sebagai bentuk pertanggungjawaban satker dalam mengelola keuangan.

Tabel 2. Perkembangan pelaksanaan keuangan Tahun DIPA 2015 menurut jenis belanja sebagai berikut:

Kode	Jenis Belanja	PAGU DIPA	Realisasi	Sisa anggaran
51	Belanja pegawai	12.073.636.000	11.717.294.175	356.341.825
52	Belanja barang	9.539.424.000	9.509.912.295	29.511.705
53	Belanja modal	6.517.028.000	6.283.920.350	233.107.650
	Jumlah elanja	28.130.088.000	27.511.126.820	618.961.180

Pengelolaan SAPP dan BMN

Telah disusun laporan barang kuasa pengguna barang (UAKPB) Balai Penelitian Tanah (648680) semester I dan II Tahun Anggaran 2015, merupakan laporan yang mencakup seluruh aspek BMN yang ditatausahakan dan dikelola oleh Balai Penelitian Tanah. Penataan aset milik negara merupakan bagian yang sangat penting dalam penatausahaan barang milik negara.

Manajemen Kepegawaian

Entri data pegawai melalui fasilitas program SIMPEG dilaksanakan terhadap 158 orang (PNS). Dari jumlah pegawai tersebut terdapat 1 (satu) orang Pejabat Eselon III, 3 (tiga) orang Pejabat Eselon IV, dan 80 orang yang memiliki jabatan fungsional, yang terdiri atas peneliti 44 orang, Teknisi Litkayasa 34 orang, Arsiparis 1 orang dan Pustakawan 1 orang, serta sisanya 78 orang staf non fungsional.

Hasil survei IPNBK lingkup Balittanah tahun 2015 tercermin masuk kedalam kelompok BAIK. Nilai untuk pegawai Laki-laki adalah 80,87 sedangkan nilai untuk perempuan

adalah 81,00. Telah dilakukan pendaftaran ulang Pegawai Negeri Sipil secara elektronik melalui program e_PUPNS sebanyak 158 PNS lingkup Balittanah

Sertifikat Sistem Mutu dan Personil

Telah dilakukan pemeliharaan dan kaji ulang Sistem Manajemen Mutu dan SOP sesuai Peraturan Menteri Pertanian No. 63/Permentan/OT.140/10/2010 tanggal 14 Oktober 2010. Audit internal telah dilakukan sesuai dengan SK Kepala Balai Penelitian Tanah No. 771/KP.340/1.8.2/05/2014. Dalam pelaksanaan audit internal tim audit telah melaksanakan tugas-tugas yang diberikan oleh Kepala Balai Penelitian untuk perbaikan dan penyempurnaan dalam rangka persiapan audit external. Dengan berakhirnya Sertifikat ISO 9001:2008 Balai Penelitian Tanah 2010-2013, telah melakukan re- sertifikasi ISO 9001: 2008 Balai Penelitian Tanah periode 2014-2016.

8.6. Operasionalisasi dan Pemeliharaan Laboratorium dan Kebun Percobaan

Balai Penelitian Tanah (Balittanah) memiliki fasilitas berupa laboratorium pengujian kimia, biologi, fisika, dan mineralogi tanah serta laboratorium *pilot plant* pupuk hayati (PHUN) yang tergabung dalam Laboratorium Pengujian (LP) Balai Penelitian Tanah. LP Balittanah telah terakreditasi di KAN dengan nomor LP-846-IDN terhitung mulai 22 Oktober 2014 hingga 21 Oktober 2018. Seluruh kegiatan LP Balittanah dan Kebun Percobaan Taman Bogo dibiayai oleh DIPA Balittanah TA 2015.

Laboratorium Pengujian Balittanah perlu menjaga kualitas mutu hasil pengujian, sehingga perlu dilakukan pemeliharaan, perbaikan dan pembaharuan secara berkala terhadap semua peralatan serta sarana penunjangnya. Perbaikan mutu yang dilakukan meliputi kalibrasi alat, uji banding antar laboratorium, pelatihan kepada analisis laboran, validasi metode, kaji ulang, dan perbaikan dokumen.

Tujuan kegiatan: a) memberikan pelayanan jasa analisis tanah, tanaman, pupuk

dan air kepada pengguna; b) memelihara peralatan, sarana penunjang dan lingkungan kerja laboratorium pengujian kimia, biologi, dan fisika tanah; (c) membina SDM laboratorium agar menjadi lebih terampil dan handal melalui pelatihan, studi banding, menghadiri seminar. Dalam jangka panjang LP Balittanah berkomitmen untuk memberikan pelayanan prima kepada pengguna jasa laboratorium tanah secara cepat dengan kualitas data yang akurat.

Operasional dan pemeliharaan laboratorium

Operasional dan pemeliharaan laboratorium mencakup kegiatan: 1) kalibrasi alat ukur yang dilakukan, mencakup kalibrasi timbangan/neraca analitik, peralatan gelas ukur, beaker glass, pipet manual, diluter, dispenser, termometer, termostat, dll; 2) pemeliharaan instrument/peralatan pengukuran antara lain: AAS, Autoanalyzer, LECO, CNS analyzer, microwave; 3) pembelian gas, bahan kimia, dan sarana penunjang laboratorium; 4) menggunakan logo KAN hanya untuk parameter uji yang telah mendapatkan sertifikat KAN.

Pada tahun 2015 jumlah contoh yang dianalisis kimia tanah sebesar 9.281 contoh, fisika tanah 3.214 contoh, biologi tanah 1.210 contoh, dan mineralogi tanah sebesar 280 contoh. Penerimaan contoh tanaman sebesar 3.711 contoh, 647 contoh air, dan 1.959 contoh pupuk. Seluruh analisis tersebut menghasilkan P NBP sebesar Rp. 3.992.635.138 atau hampir dua kali dibandingkan target yang harus dicapai sebesar Rp. 1.843.000.000.

Pembinaan SDM

Semua personel LP Balittanah perlu mempunyai pemahaman yang sama dalam menerapkan sistem mutu sesuai ISO

17025:2008. Pelatihan yang dilaksanakan disajikan pada Tabel 1. *In-house training* dengan narasumber Dr. Julia Kartasasmita dari KAN. Pendampingan dilakukan untuk persiapan akreditasi laboratorium fisika dan biologi tanah dengan narasumber dari UGM dan Balitbangtan. Untuk meningkatkan kompetensi personel laboratorium telah dilakukan training tentang Pemahaman ISO-17025:2008 dan *management review* untuk top manajer (masing-masing 2 orang); *quality assurance* atau jaminan mutu hasil pengujian untuk Deputi Manajer Mutu dan penyelia (5 orang), Audit Internal (1 orang); Analisis *Particle Size Analysis* (3 orang).

Sebagai bentuk apresiasi kepada seluruh personel laboratorium, telah dilaksanakan studi banding di laboratorium milik PT. Pupuk Kujang di Cikampek, PT. Sido Muncul, dan PT. Coca cola di Ungaran Jawa Tengah (Gambar 1). Hasil studi banding memberikan wawasan dan pengetahuan baru bagi para personel laboratorium tentang pentingnya menjaga mutu pengujian, penerapan jaminan mutu melalui penggunaan contoh bersertifikat, peralatan yang lebih canggih serta pentingnya pengelolaan limbah ke lingkungan secara tepat, serta komitmen bersama, dan etos kerja.

Laboratorium kimia milik PT. Pupuk Kujang yang telah terakreditasi ISO 17025:2005 memiliki instrumen dan peralatan yang canggih, karena ruang lingkup terbatas untuk pupuk. Personel laboratorium juga bertindak sebagai PPC yang mengambil contoh pupuk, contoh pupuk yang diuji disampling dari suatu sistem produksi pabrik yang berjalan. Selain laboratorium pengujian pusat, juga ada laboratorium lapangan di masing-masing pabrik. Untuk memberikan jaminan mutu hasil

analisis pupuk, laboratorium PT. Pupuk Kujang menerapkan penggunaan CRM dan sampel kontrol (standar). CRM digunakan secara periodik setiap seminggu sekali atau waktu tertentu sesuai dengan jumlah contoh yang dianalisis, sedangkan contoh standar selalu diikuti setiap analisis. Dalam operasionalnya, dilakukan kontrak perawatan peralatan secara rutin setahun dua kali dan dilakukan kalibrasi sesuai ketentuan.

Pabrik jamu PT Sido Muncul memposisikan keselamatan kerja dan kondisi lingkungan kerja sebagai salah satu sarana yang mendukung jalannya proses produksi utama. Limbah dari proses produksi jamu yang berupa limbah padat dan limbah cair diolah kembali hingga produk akhirnya tidak mencemari lingkungan dan bahkan dapat digunakan lagi untuk pemrosesan berikutnya. Limbah padat yang berasal dari sortasi bahan baku sebanyak 200 kg/bulan, limbah yang berupa ampas diperkirakan mencapai 10-12 t/bulan. Limbah organik dikomposkan dan digunakan sebagai pupuk organik untuk memupuk tanaman obat di sekitar pabrik dan juga dijual secara komersial.

Jaminan Mutu Hasil Pengujian

Laboratorium pengujian dalam kegiatan sehari-hari melakukan pengendalian mutu internal dan eksternal untuk menjamin mutu data yang dihasilkannya. Pengendalian mutu secara internal dilakukan dengan menggunakan contoh standar internal, kartu kendali (*control chart*), kalibrasi, penggunaan metode analisis yang tervalidasi, peralatan yang terkalibrasi, bahan kimia bermutu. Jaminan mutu eksternal dilakukan dengan mengikuti uji profisiensi dengan WEPAL di Wageningen serta uji profisiensi dalam negeri.

Telah dirintis kerjasama uji silang dan *networking* sesama Laboratorium Tanah lingkup Asean yang dikoordinir oleh Land resource Development (LDD) Thailand melalui Program Sealnett. Workshop tentang *Standardization and Harmonization of Soil Analysis Method* telah dilakukan di Bangkok pada tanggal 21-23 Desember 2015. LP Balittanah mengirimkan Manajer Mutu dan Deputi Manajer Teknis sebagai wakil dalam workshop tersebut.



Gambar 97. Aktivitas kegiatan studi banding LP Balittanah di Laboratorium PT. Pupuk Kujang Cikampek, PT. Sidomuncul dan Coca Cola di Ungaran, Jawa Tengah

Akreditasi Laboratorium

Dalam rangka memelihara status akreditasi LP Balittanah, telah dilakukan surveilen untuk laboratorium kimia tanah (175 parameter) dan asesmen terhadap laboratorium fisika dan biologi tanah untuk penambahan ruang lingkup baru (laboratorium fisika=9 parameter dan laboratorium biologi=6 parameter). Sehingga pada tahun 2016 ditargetkan terdapat mempunyai 190 parameter yang terakreditasi. Surveilen dan asesmen dilakukan bersamaan pada tanggal

15-16 Oktober 2015 dengan asesor KAN: (Ibu Ida Farida, Ibu Sri Winarti dan Bapak Teguh Indriyanto). Hasil surveilen terhadap laboratorium kimia ditemukan 11 ketidaksesuaian yang terdiri atas 6 katagori minor 2 dan 5 katagori minor 3. Untuk laboratorium fisika ditemukan 4 ketidaksesuaian katagori minor 2 dan untuk laboratorium biologi ditemukan 3 ketidaksesuaian yang termasuk katagori minor 3. Semua hasil VTP telah dikirimkan ke KAN.

Hasil evaluasi kinerja LP Balittanah 2015 yang terangkum dalam Rapat Kaji Ulang Manajemen yang dilaksanakan pada akhir Desember 2015 menunjukkan bahwa :

- a. Penggabungan laboratorium kimia untuk penelitian dengan pelayanan berdampak positif karena semua parameter uji kimia mempunyai standar kinerja yang sama. Masih diperlukan perbaikan mekanisme pelayanan analisis untuk sampel penelitian
- b. Survei kepuasan pelanggan menunjukkan penurunan dibanding tahun sebelumnya karena waktu penyelesaian pengujian tambah lama (pada bulan September sd desember sampai 3 bulan). Hal ini disebabkan: 1) jumlah sampel bertambah banyak; 2) peralatan banyak yang rusak secara beruntun; dan 3) kekurangan SDM karena 2 orang pindah kerja. Kondisi ini sudah diatasi dengan melaksanakan perbaikan alat dan menambah jam kerja; dan 4) melakukan selektivitas sampel yang masuk hingga bulan desember 2015.
- c. Peningkatan kinerja LP Balittanah yang akan dilakukan pada TA 2016 adalah akreditasi LP Balittanah untuk ISO 17043:2010 sebagai Lembaga Provider Uji Profisiensi untuk tanah dan tanaman serta pada TA 2017 akan dilakukan penambahan ruang lingkup untuk parameter uji mineralogi tanah dan produksi pupuk hayati. Pada dua tahun mendatang, diharapkan laboratorium pengujian Balittanah dapat dimanfaatkan untuk melayani kebutuhan masyarakat yang lebih luas serta menjadi laboratorium tanah rujukan lingkup Balitbangtan.
- d. Terdapat kecenderungan bahwa pengguna jasa LP Balittanah terus meningkat yang ditandai dengan meningkatnya jumlah pengguna serta bertambahnya parameter uji contoh yang dianalisis. Oleh karena itu pada tahun 2016 hingga 2010 diajukan penambahan dan PNBPN untuk mendukung pemeliharaan akreditasi serta penambahan ruang lingkup baru.
- e. Peralatan yang baru perlu direncanakan untuk menggantikan peralatan lama yang sudah tua serta penambahan SDM analisis untuk menggantikan SDM yang sudah purna tugas.

8.7 Pengelolaan Belanja Modal

Untuk meningkatkan kinerja laboratorium, pada TA 2015 telah dilaksanakan pengadaan peralatan laboratorium kimia tanah, laboratorium biologi tanah, laboratorium fisika tanah, serta laboratorium penguji (Tabel 1-4).

Peralatan yang telah diadakan tersebut perlu dirawat, digunakan dengan baik agar waktu penggunaan lebih lama. Pengadaan peralatan laboratorium dimaksudkan juga untuk meningkat kualitas dan kuantitas hasil analisis.

Tabel 1. Peralatan Laboratorium Biologi Tanah, Pengadaan TA 2015

No	Nama/Jenis Alat	Fungsi	Jumlah
1	Stomacher Blender	menghomogenkan sampel	1
2	Filter bag for Stomacher Blender	menampung sampel	1
3	UV lamp sterilization apparatus, portable	mensterilkan ruangan	1
4	Colony counter	menghitung sel bakteri	1
5	Biological mikroskop with monitor and computer	pengamatan mikroskopis	1
6	Deep freezer	Untuk menyimpan kultur yang telah diliofilisasi	1
7	Analytical mill	menggiling sampel tanah dan tanaman	1
8	Spectrofotometer	mengukur enzim-enzim tanah dan fitohormon	1
9	Digital pH meter	mengukur pH	3
10	Digital balance, max 1500 g	menimbang sampel	1
11	Digital balance, max 210 g	menimbang bahan kimia	1
12	Thermohyrometer	memantau suhu dan kelembaban ruangan	3
13	Micropipette, autoclave, 20 UI	memipet ekstrak contoh	1
14	Micropipette, autoclave, 200 UI	memipet ekstrak contoh	1
15	Micropipette, autoclave, 1000 UI	memipet ekstrak contoh	1
16	Micropipette, autoclave, 5000 UI	memipet ekstrak contoh	1
17	Micropipette, autoclave, 10000 UI	memipet ekstrak contoh	1
18	Innoculating loop, Ø inside 3 mm	Mengambil koloni bakteri dari cawan	1
19	Fauna sieving apparatus	menyaring fauna dan spora mikoriza	1
20	Incubator shaker	inkubasi pada suhu yang ditentukan	1
21	Ceiling Exhaust fan	ventilasi ruangan	2
22	Autoclave	sterilisasi alat	
23	Katrol (jip crane)	Derek otomatis untuk mengangkat ke atas / bawah cover sampel fermentor	
24	Trolley pengangkut	mengangkut barang	
25	pipette 100-1000ul	pengambilan dan penambahan pereaksi/ ekstrak	
26	pipette 20-200ul	pengambilan dan penambahan pereaksi/ ekstrak	
27	Refrigerator	Untuk penyimpanan isolate	

Tabel 2. Peralatan laboratorium kimia tanah, TA 2015

No	Nama/Jenis Alat	Fungsi	Jumlah
1	Pipet otomatis 5 ml	penambahan pereaksi dan pengenceran ekstrak	4
2	Dispenser tahan asam 10 ml	penambahan asam basa	1
3	Dispenser tahan asam 25 ml	penambahan asam basa	1
4	Dispenser tahan asam 50ml	penambahan asam basa	1
5	Buret Digital	titrasi asam basa	1
6	Hotplate	memanaskan sampel pada analisis tekstur tanah	1
7	Mesin pencacah pupuk organik	mempercepat proses pencacahan bahan baku yang akan dijadikan pupuk kompos	1
8	Ayakan bertingkat untuk pupuk organik	memilih partikel kasar dan halus	1
9	Timbangan digital gantung (<i>portable</i>)	menimbang contoh tanah, tanaman dan pupuk	1
10	Timbangan digital duduk (<i>portable</i>)	menimbang contoh tanah, tanaman dan pupuk	1

Tabel 3. Peralatan Laboratorium Fisika Tanah, Pengadaan TA 2015

No	Nama/Jenis Alat	Fungsi	Jumlah
1	Incubator	Alat untuk menciptakan suhu stabil dan konstan	1
2	Pressure compressor	alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara	1
3	Tension infiltrometer	Untuk mengukur keadaan hidrolis pada keadaan tanah tak jenuh	2
		spesifikasi :	
4	Surface shear test	Untuk mengukur kekuatan geser pada permukaan tanah	1
5	Ceramic 1 bar	Piringan tempat sampel tanah dalam analisis pF yang dapat digunakan untuk tekanan 1 bar	6
6	Ceramic 15 bar	Piringan tempat sampel tanah dalam analisis pF yang dapat digunakan untuk tekanan 15 bar	2
7	Abney Level	Untuk mengukur ketinggian dan kemiringan lereng	2

Tabel 4. Peralatan Laboratorium Penguji Kimia Tanah, Pengadaan TA2015

No	Nama/Jenis Alat	Fungsi	Jumlah
1	Incubator	Alat untuk menciptakan suhu stabil dan konstan	1
2	Pressure compressor	alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau	1
3	Tension infiltrometer	memampatkan fluida gas atau udara	2
		mengukur keadaan hidrolis pada keadaan tanah tak jenuh	
	Surface shear test	Untuk mengukur kekuatan geser pada permukaan tanah	1
5	Ceramic 1 bar	Piringan tempat sampel tanah dalam analisis pF yang dapat digunakan	6
6	Ceramic 15 bar	untuk tekanan 1 bar	2
		Piringan tempat sampel tanah dalam analisis pF yang dapat digunakan untuk tekanan 15 bar	
7	Abney Level	Untuk mengukur ketinggian dan kemiringan lereng	2
6	Timbangan digital	Menimbang contoh tanah, tanaman dan pupuk	1
7	Moisture tester	Untuk mengukur kadar air bijian	1