

# INISIASI DESA JAGARAGA SEBAGAI DESA TECHNOPARK PENERAP IPTEK MATERIAL MAJU HIJAU

I Wayan Karyasa<sup>1\*</sup>, I Gede Agus Beni Widana<sup>1</sup>, I Gede Putu Banu Astawa<sup>2</sup>, I Wayan Mudianta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia FMIPA UNDIKSHA;

<sup>2</sup>Jurusan Akuntansi FEB UNDIKSHA

\*Email: karyasa@undiksha.ac.id)

## ABSTRACT

*The community service was aimed to empower community villagers in initiating their Jagaraga village as a techno park village for applying science and technology of green advanced materials. Community villagers were involved in good practically learning together for better sustainable future life through innovation. A participatory approach was used with the concept of learning together. Some key persons of the Jagaraga villagers got actively involved in solving of paddy's agricultural problems as a learning project of innovation, namely an application of green nano material based slow-release organic fertilizer. They had some good practices to learn how to solve problems around them, especially the in recovering the rice field soil damage and to enhance the rice plant ability in self-handling biotic and abiotic stresses. By learning together, the villagers and the academicians could formulate a better understanding in problem solving through applying some green advanced materials for rice agriculture.*

**Keywords:** *techno park village, participatory approach, green advanced materials.*

## ABSTRAK

Program pengabdian kepada masyarakat ini ditujukan untuk memberdayakan warga masyarakat dalam menginisiasi Desa Jagaraga sebagai desa teknopark penerap Iptek material maju hijau. Warga masyarakat diajak mengalami pembelajaran baik bersama untuk kehidupan masa depan yang lebih baik secara berkelanjutan melalui inovasi. Pendekatan partisipatif digunakan dengan konsep belajar bersama. Beberapa tokoh kunci warga Desa Jagaraga terlibat aktif dalam pemecahan masalah pertanian padi sebagai proyek pembelajaran berinovasi, yaitu penerapan pupuk organik lepas lambat berbasis bahan nano hijau. Mereka telah mendapatkan beberapa praktek baik untuk mempelajari bagaimana memecahkan masalah di sekitar mereka, terutama dalam memulihkan kerusakan tanah sawah dan untuk meningkatkan kemampuan tanaman padi dalam penanganan sendiri cekaman biotik dan abiotik. Dengan belajar bersama, warga desa dan akademisi dapat merumuskan pemahaman yang lebih baik dalam pemecahan masalah melalui penerapan beberapa material maju hijau untuk pertanian padi.

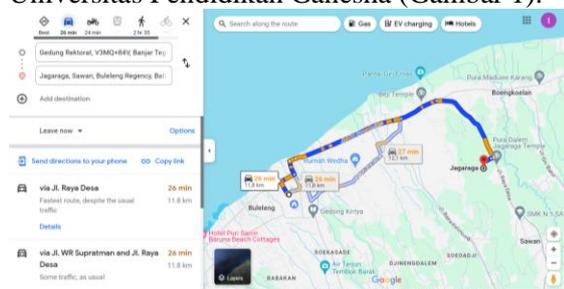
**Kata kunci:** *desa teknopark, pendekatan partisipatif, dmaterial maju hijau*

## PENDAHULUAN

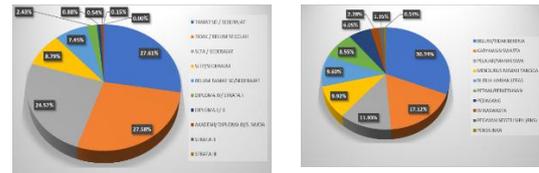
Desa Jagaraga Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng merupakan salah satu desa yang telah dipilih oleh Universitas Pendidikan Ganesha khususnya oleh Kelompok Riset Nanomaterial Hibrida sebagai salah satu desa binaan untuk menjadi desa teknopark penerap hasil-hasil riset material maju terbaru untuk mengoptimalkan pemanfaatan potensi desa dalam meningkatkan pendapatan asli desa dan kesejahteraan masyarakat desa. Desa Jagaraga dipilih karena (1) desa ini memiliki keunikan sejarah perjuangan rakyat Buleleng dalam

melawan penjajahan Belanda yang dikenal dengan Puputan Jagaraga, (2) memiliki sumberdaya manusia yang kreatif, ulet dan pemberani sebagai modal utama dalam berwirausaha sehingga kegiatan kewirausahaan masyarakat tumbuh berkembang di Desa Jagaraga, (3) memiliki potensi desa dengan luas persawahan/perkebunan yang hamper 80% dari luas desa, dimana pertanian padi merupakan usaha pertanian utama masyarakat dan didukung oleh dua organisasi petani sawah Subak Babakan dan Subak Lanyahan, (4) memiliki kontur desa yang menarik yang diapit oleh dua sungai (di sebelah timur dan barat

desa, dengan bentuk “apit surang” seperti udang dengan dua jangkar kapitnya sehingga memiliki potensi keindahan alam yang sangat baik jika dikembangkan sebagai desa wisata, (5) memiliki objek-objek wisata yang menarik yaitu Pura Dalem Segara Madhu Jagaraga, Monumen Puputan Jagaraga, Air Terjun Campur Rasa, Gua Raksasa, Sekehe Gong legendaris dan Persawahan Subak Babakan dan Subak Lanyahan, yang berpotensi diintegrasikan dalam pengembangan desa wisata, dan (6) memiliki Lembaga-lembaga adat yang produktif mendorong, membangun dan menjadi suri tauladan bagi masyarakat Desa Jagaraga seperti Pemerintah Desa/Perbekel, Desa Adat/Pekraman, Lembaga Permusyawaratan Desa, BUMDesa, Babinsa, Sekehe Taruna/Taruni, Dusun, Banjar Adat, Subak, dan sebagainya. Desa Jagaraga berbatasan Desa Bungkulan dan Desa Giri Mas (utara), Desa Bila (timur), Desa Menyali dan Desa Suwug (selatan) dan Desa Sangsit (barat). Desa Jagaraga berjarak 11,8 km dari Universitas Pendidikan Ganesha (Gambar 1).



Desa Jagaraga terdiri dari 5 Banjar Dinas yaitu Banjar Dinas Kangin Luan, Kangin Teben, Kauh Luan, Kauh Teben dan Triwangsa. Jumlah penduduk saat ini 4082 jiwa (1300 KK) dengan sebaran laki-laki 2062 orang dan perempuan 2002 orang. Profil pendidikan dan pekerjaan warga masyarakat Desa Jagaraga disajikan pada Gambar 2 (a) dan (b). Profil pendidikan warga Desa Jagaraga didominasi oleh tamat SD-SMTA (Gambar 2a) dan belum bekerja dan karyawan swasta (Gambar 2b), hal ini disebabkan oleh usia pra-sekolah dan usia sekolah sangat besar sehingga berstatus belum/tidak bekerja, oleh karena itu peningkatan lapangan pekerjaan perlu diperhatikan.



Gambar 2 (a) Profil pendidikan, dan (b) profil pekerjaan penduduk Desa Jagaraga

Desa Jagaraga memiliki luas wilayah sebesar 338 Ha, dengan rincian penggunaan lahannya sebagai berikut: (a) Lahan pemukiman 20,002 Ha, (b) perkantoran/sekolah 0,10 Ha, (c) ladang/tegalan 6,22 Ha, (d) persawahan 262,874 Ha, dan perkuburan 0,41 Ha. Dengan demikian lahan persawahan yang ada di Desa Jagaraga adalah 77,22%. Mata pencaharian dan pendapatan penduduk Desa Jagaraga masih dominan pada sektor pertanian dan perkebunan di samping peternakan dan industri kecil. Selain padi sebagai komoditas andalan dari sektor pertanian dan perkebunan, komoditas lainnya adalah kopi, cengkeh, kakao, salak, durian, manggis, rambutan, nangka dan buah-buahan lainnya. Penduduk yang bekerja di sektor pertanian dan perkebunan adalah sebagai berikut: pertanian 310 KK, peternakan 422 KK dan perkebunan 97 KK.

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting potensi sumber daya manusia, sumber daya alam, sumber daya sosial, sumber daya religiusitas dan sumber daya seni dan budaya serta industri kecil yang berkembang di Desa Jagaraga dan dipadukan dengan analisis lingkungan eksternal dan analisis pasar maka dapat dipaparkan beberapa potensi desa yang memiliki prospek untuk dikembangkan lebih lanjut di antaranya adalah: (1) revitalisasi pertanian padi dan optimalisasi pengembangan produk-produk unggulan desa berbasis pertanian, (2) penguatan Desa Wisata Jagaraga sebagai Desa Sejarah Kepahlawan Puputan Jagaraga, yang perlu didukung dengan penerapan berbagai ilmu pengetahuan dan teknologi untuk merawat monument sejarah dan pura-pura tua yang ada di Desa Jagaraga seperti Pura Dalem Segara Madhu Jagaraga yang menjadi ikon Desa Wisata Jagaraga dan (3) industri kecil di Desa Jagaraga seperti industri pengolahan hasil pertanian dan perkebunan untuk mendukung industri pariwisata dari Desa Wisata Jagaraga.

Hasil pemetaan masalah di Desa Jagaraga ditemukan beberapa masalah yang sangat mendesak untuk dipecahkan:

- (1) Pendapatan keluarga petani yang bekerja di sektor pertanian, perkebunan dan peternakan masih rendah dan mereka memerlukan peningkatan pendapatan yang menjamin kebutuhan hidup mereka termasuk menyekolahkan anak-anak mereka ke jenjang yang lebih tinggi;
- (2) UMKM penggerak roda perekonomian Desa Jagaraga membutuhkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang tepat guna dalam meningkatkan kapasitas produksi dan kualitas produk sehingga memiliki daya saing yang lebih tinggi, karena UMKM ini mampu menyediakan lapangan pekerjaan bagi sebagian besar penduduk.
- (3) Desa Wisata Jagaraga menghadapi tantangan keberlanjutan usaha wisata desa yang sampai saat ini belum mampu memberikan kontribusi pendapatan asli desa (PAD) yang berarti. Perkembangan desa wisata di sekitar/tetangga Desa Jagaraga seperti Desa Sudaji dan Desa Sangsit serta dilaluinya Desa Jagaraga oleh wisatawan yang berkunjung ke objek-objek baru seperti

Kesepakatan antara tim pengusul dan mitra pelaksana (Kepala Desa Jagaraga) dan mitra sasaran (PB. Suwela Amertha dan Subak Babakan) beberapa permasalahan prioritas yang perlu diselesaikan segera yaitu:

- (1) PB. Suwela Amertha membutuhkan IPTEK untuk mengolah limbah pabrik penyosohan beras berupa abu sekam hitam yang merupakan produk samping dari pengeringan gabah dengan sistem pemanasan menggunakan energi panas dari pembakaran sekam. Sementara itu, sumber daya manusia (SDM) di PB. Suwela Amertha belum memiliki kompetensi dalam memberikan nilai tambah terhadap limbah abu hitam tersebut, di mana pabrik pengeringan gabah ini mampu mengeringkan 14 ton

sekali siklus pengeringan (membutuhkan waktu kurang dari satu hari) dengan menghasilkan sekitar 5-6 ton abu sekam hitam tiap hari.

- (2) Subak Babakan merupakan salah satu subak terbesar di Desa Jagaraga dengan komoditas pertanian padi, memiliki persoalan lahan sawah semakin menurun kualitasnya sehingga tanaman padi produktivitasnya tidak optimal dan tanaman padi sering rebah saat hujan/angin kencang yang menyebabkan panen padi menjadi gagal. Hal ini disebabkan oleh pemahaman petani padi terhadap pertanian berkelanjutan masih kurang, petani belum mampu membenahi lahan sawahnya secara tepat, petani masih sangat bergantung pada pupuk NPK buatan yang harganya semakin tinggi dan sulit diperoleh apalagi pupuk ini sekarang telah dicabut subsidiya oleh pemerintah. Sementara itu, kesadaran, pengetahuan dan keterampilan untuk menerapkan pupuk organik masih kurang dan masih percaya bahwa pupuk organik tidak sehebat pupuk buatan. Petani memerlukan bukti bahwa pupuk kompos mampu menyamai pupuk buatan bahkan memberikan hasil panen yang lebih baik.

Hasil penelitian dan pengabdian 10 tahun terakhir dari tim pengusul memiliki kecocokan dengan kebutuhan IPTEK dalam mendukung Desa Jagaraga sebagai salah satu desa technoparknya Undiksha. Inisiasi ini dimulai dengan penerapan hasil-hasil riset terdahulu dalam mengatasi permasalahan riil pertanian dan industri kecil serta potensi-potensi lainnya yang ada di Desa Jagaraga.

## METODE

Pendekatan yang digunakan dalam program pengabdian kepada masyarakat ini adalah pendekatan partisipatori dengan Konsep Belajar Bersama (Karyasa, 2018). Metode dan tahapan kegiatan yang dilaksanakan disajikan pada Tabel

**Tabel1.** Metode Pelaksanaan Program

No.	Kegiatan	Deskripsi IPTEKS yang diterapkan	Metode, Tahapan atau Prosedur Kerja	Pihak yang Terlibat
-----	----------	----------------------------------	-------------------------------------	---------------------

1	Perumusan strategi pemecahan masalah melalui belajar bersama secara reflektif	Pendekatan partisipatory dengan konsep belajar bersama secara reflektif	Diskusi fokus terpumpun menyusun strategi pemecahan masalah dan tindakan nyata yang harus segera dilakukan untuk memecahkan masalah pertanian padi sebagai inisiasi desa Jagaraga teknopark penerap Iptek.	Kepala Desa, Ketua BUMDES, Kelihan Subak Babakan dan Tim Pelaksana
2	Demplot pembuatan pellet pupuk kompos L2 nano.	Teknologi Tepat Guna Produksi Pelet Pupuk Kompos L2 nano C-Si-K-Ca-Mg-Zn-P bagi Tanaman Padi	Metode demplot dan pemberdayaan masyarakat partisipatif dalam penyiapan dan perawatan demplot pellet pupuk kompos L2. Tahapan kegiatan meliputi: (a) rapat koordinasi tim bersama mitra PB. Suwela Amertha, (b) penyiapan mesin pellet, (c) penyiapan pupuk kompos, nanosilika abu sekam padi, nanokarbon sekam padi, nanokalsium fosfat dari limbah tulang sapi, nanopartikel K <sub>2</sub> O, MgO, dan ZnO secara green synthesis menggunakan ekstrak daun mangga dan garam-garam dari oksida tersebut, (d) penyiapan demplot pelatihan, (e) pelatihan, (f) pendampingan produksi, (h) pendampingan packanging, (i) evaluasi terhadap input, proses dan output kegiatan.	PB. Suwela Amertha dan 5 orang karyawan/pekerja yang ditugaskan, 2 orang perwakilan Petani Subak Babakan, Tim Pengusul, Mahasiswa, dan tenaga Administrasi.
2	Peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam penerapan pelet pupuk L2-Nano.	Pelatihan dan pendampingan penerapan pellet pupuk L2-Nano	Metode pemberdayaan masyarakat partisipatori dengan tahapan kegiatan: (1) Pelatihan pembuatan pelet pupuk L2 Nano. (2) Pendampingan; penerapan pelet pupuk L2-Nano di Subak Babakan Desa Jagaraga; (3) Evaluasi hasil pelatihan dan pendampingan dengan observasi lapangan;	Tim pelaksana, mahasiswa, kepala desa, 10 peserta perwakilan Subak Babakan sebagai mitra sasaran, Kepala Desa menyediakan fasilitas pelatihan dan pendampingan untuk kelancaran kegiatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sosialisasi dan perumusan strategi pemecahan masalah.

Sistem pertanian padi organik adalah solusi untuk mengatasi masalah, permintaan beras organik terus meningkat di masa depan seiring dengan pertumbuhan populasi, pendapatan dan kesadaran terhadap kesehatan tubuh sangat dipengaruhi oleh apa yang kita makan “*Du bist, was du ißt*”. Namun, prospek pertanian padi organik masih belum pasti karena adopsinya sangat rendah di kalangan petani serta kegelisahan petani terhadap penurunan hasil panen merupakan tantangan terberatnya (Sharifuddin *et al.*, 2020). Baik pertanian organik maupun pertanian non-organik/konvensional mengalami masalah yang sama yaitu tanaman padi saat ini rentan terhadap serangan/ketegangan biotik dan abiotik. Banyak faktor penyebabnya, namun kerusakan tanah persawahan merupakan salah satu faktor yang harus segera diatasi karena keberlanjutan pertanian padi sangat bergantung pada kualitas tanah lahan sawah.

Kimia khususnya kimia silikon memegang peranan yang sangat penting dalam pembangunan pertanian padi secara berkelanjutan (Souri *et al.*, 2021; Sohail *et al.*, 2019). Silikon terlarut dalam air sawah sangat berperan dalam membenahi tanah sawah dan mengatasi permasalahan ketegangan biotik dan abiotik tanaman padi (Souri *et al.*, 2021). Silikon bebas ini mudah terpolimerisasi mengikat ion-ion perusak tanah seperti ion-ion logam berat, ion besi dan ion aluminium yang kalau kadarnya berlebih di dalam tanah sawah menyebabkan keracunan bagi tanaman padi, dan jika terakumulasi pada padi membahayakan manusia yang makan nasi dari padi tercemar ini. Silikon bebas sangat dibutuhkan oleh tanaman padi karena akumulasi silikon dalam akar tanaman akan menghambat atau memblokir penyerapan ion-ion aluminium dan besi yang berbahaya bagi metabolisme tanaman padi dan akumulasi pada sel-sel epidermis batang padi, daun dan buah

padi menyebabkan ketahanan terhadap serangan hama/penyakit (stres biotik) dan pengaruh angin/hujan yang menyebabkan tanaman padi menjadi roboh karena akumulasi silikon memperkuat batang tanaman padi (Sohail *et al.*, 2019; Karyasa, 2018).

Pupuk kompos menyediakan nutrisi dan mikroorganisme yang memegang peran penting dalam penyerapan unsur-unsur hara dari dalam tanah sehingga pupuk kompos tidak saja mampu sebagai agen pembenah tanah sawah tetapi sebagai penyangga pertanian padi (Omar *et al.*, 2021; Phares & Akaba, 2022; Watanabe *et al.*, 2017). Kompos yang terbuat dari abu sekam padi dapat memperlambat pelepasan ammonia dari dalam air sawah saat pemupukan urea (Omar *et al.*, 2021) yang menyebabkan pemupukan urea menjadi lebih efektif menyuburkan tanaman padi. Penggabungan pupuk kompos, biochar dan pupuk anorganik NPK ternyata terbukti sangat efektif untuk meningkatkan kualitas tanah sawah dan meningkatkan produktivitas hasil gabah dan pendapatan petani (Phares & Akaba, 2022). Pupuk kompos sendiri tanpa penambahan pupuk anorganik tetapi dengan teknik-teknik pemerikayaan mampu menghasilkan panen padi dua kali lipat dan mengurangi volatilitas ammonia dari air sawah (Watanabe *et al.*, 2017). Dengan demikian, pupuk kompos memiliki peran yang sangat vital dalam memelihara kesuburan tanah, membenahi tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman padi.

Di sisi lain, penggunaan pupuk baik pupuk kompos maupun pupuk anorganik dan atau gabungannya memiliki kelemahan pelepasan yang cepat ke dalam air sawah sehingga unsur-unsur hara berguna terlarut dalam air sawah menjadi mubazir tidak sesuai dengan kemampuan penyerapan oleh akar tanaman dan nutrisi berguna tersebut akhirnya terbawa oleh air ke tempat lainnya atau digunakan oleh tumbuhan gulma pengganggu tanaman atau mikroorganisme patogen yang menjadi penyakit tanaman. Oleh karena itu diperlukan pupuk yang slow released atau lambat lepas [11-15]. Penambahan biochar atau bahan-bahan organik pada pupuk kompos dapat

membantu mengontrol dan memperlambat pelepasan unsur-unsur nitrogen dan fosfor dari dalam tanah yang telah dipupuk sehingga kehilangan unsur-unsur hara tersebut dapat diminimalisasi (Wang et al., 2022; Firmanda et al., 2022; Gamage et al., 2021; Dong et al., 2020). Dengan demikian penambahan biochar atau karbon aktif berukuran nano atau nanocarbon (NC) mampu memperlambat dan mengontrol pelepasan ion-ion berguna bagi nutrisi tanaman padi.

Strategi penerapan teknologi produksi pellet pupuk kompos L2-Nano adalah sebagai berikut. Penambahan nanosilika (NS), nanokalsium fosfat (NKF), nanopartikel magnesium oksida (MgO-NPs) dan nanopartikel sengoksida (ZnO-NPs) pada sistem pupuk kompos-NC menjadi pupuk kompos-NC-NS-NKF-MgO-NPs-ZnO-NPs atau yang diistilahkan pupuk kompos lambat lepas atau pupuk kompos L2-Nano merupakan pupuk yang dipercaya menjadi solusi petani padi dalam membenahi tanah sawah, meningkatkan ketahanan tanaman padi dari stress biotik dan abiotik serta meningkatkan produktivitas hasil panen padi. Hal ini diyakinkan oleh kajian singkat literatur mengenai fungsi masing-masing komponen tersebut. Kompos dan biochar atau karbon aktif berperan sebagai matriks pupuk yang mampu menyediakan berbagai mikroorganisme baik, mengendalikan dan memperlambat proses pelepasan unsur hara N dan P, dan membenahi tanah sawah seperti yang telah diuraikan sebelumnya (Dong *et al.*, 2020). Nanosilika berperan sebagai penghasil ion-ion silanol ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) yang terlarut dalam air dan mudah diserap oleh akar tanaman dan berfungsi sebagai agen pemulih stress biotik dan abiotik (Mathur *et al.*, 2020; Rajiv *et al.*, 2020). Nanokalsium fosfat berperan sebagai sumber kalsium dan sumber ion fosfat bebas juga berperan pada pembenahan tanah sawah dan pengelolaan stress tanaman padi (Sharma *et al.*, 2023), disamping peran utamanya sebagai makronutrisi untuk pertumbuhan tanaman padi, dalam ukuran nano dapat lebih mengefektifkan perannya sebagai penghasil unsur hara P dan Ca (Tiwari *et al.*, 2022). MgO-NPs sangat berperan dalam menanggulangi atau menghambat masuk dan terakumulasinya arsenik pada tanaman padi

serta mengurangi dampak stress oksidatif yang diakibatkan oleh masuknya unsur toksik arsenik tersebut (Ahmed et al., 2021). MgO-NPs juga berperan dalam menyeimbangkan salinitas dari air sawah sehingga tanaman padi dapat bertoleransi terhadap pengaruh salinitas (Song et al., 2023). Bersama-sama dengan seng oksida dalam bentuk  $\text{MgZnO}_2$ -NPs, unsur-unsur Mg dan Zn dapat membantu perkecambahan benih padi (Mehmood et al., 2024). ZnO-NPs berperan meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil padi karena ion  $\text{Zn}^{+2}$  sangat berperan sebagai kofaktor dari bekerjanya berbagai enzim dalam metabolisme sel-sel tanaman padi, dan bahkan akumulasi Zn dalam butiran biji padi sekaligus sebagai fortifikasi Zn alamiah pada beras (Zang *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2021). Dengan demikian pupuk kompos L2-Nano yang terdiri dari kompos, nanokarbon (NC), nanosilika (NS), nanokalsium fosfat (NKF), MgO-NPs dan ZnO-NPs merupakan formula yang tepat untuk membenahi tanah sawah, meningkatkan ketahanan terhadap stress biotik dan abiotik, meningkatkan produktivitas hasil pertanian padi serta mampu memfortifikasi beras secara alami sehingga penerapan pupuk ini diharapkan mampu menjadi tonggak dalam pengembangan pertanian padi sebagai sumber pangan sehat bermanfaat berkelanjutan.

### **Demplot pembuatan pupuk L2-Nano**

Demplot pembuatan pupuk pellet L2-Nano telah dilakukan dengan melibatkan tim pelaksana, mahasiswa dan kedua mitra yaitu PB Suwela Amertha yang dihadiri langsung oleh pemiliknya dan dua karyawan dan Subak Babakan Jagaraga yang diwakili oleh Kelihan Subak dan kepala Bumdes Jagaraga serta 3 orang petani. Kegiatan tersebut menghasilkan 4 jenis pupuk pelet L2-Nano dengan nama Batukaru-01, Batukaru-02, Batukaru-03 dan Batukaru-04 yang dibedakan berdasarkan variasi komposisi dari kompos, nanokarbon (NC), nanosilika (NS), nanokalsium fosfat (NKF), nanopartikel magnesium oksida (MgO-NPs) dan nanopartikel seng oksida (ZnO-NPs).

Pupuk pelet L2-Nano yang dihasilkan dari pelatihan tersebut berupa pellet dengan ukuran diameter 8 mm dengan Panjang 8-12 mm masing-masing sebanyak 10 kg.

Pelaksanaan kegiatan demplot disajikan dalam beberapa foto yang dikompilasi dalam Gambar 1.



Gambar 1. Pelatihan pembuatan pellet pupuk L2-Nano

### Penerapan dan pendampingan teknologi pupuk L2-Nano

Penerapan teknologi pupuk L2-Nano telah dilaksanakan di sawah milik salah seorang petani di Subak Babakan (Gambar 2) yang telah menyediakan demplot berukuran  $100 \text{ m}^2$  yang dibagi menjadi 5 bedeng sawah dengan ukuran masing-masing  $20 \text{ m}^2$ . Pengolahan tanah sawah telah dilakukan seperti biasanya, dengan menggunakan traktor. Penerapan teknologi pupuk L2-Nano dibuat dalam bentuk ujiterap dengan menggunakan bedeng A, kelompok kontrol yang diperlakukan secara konvensional atau seperti biasanya dikerjakan oleh para petani, bedeng B telah ditaburi secara merata pada permukaan tanah pupuk pellet L2-Nano Batukaru-01 dengan perbandingan  $0,4 \text{ kg/m}^2$ , bedeng C untuk L2-Nano Batukaru-02 dengan perbandingan pupuk dan lahan  $0,4 \text{ kg/m}^2$ , bedeng D untuk pupuk L2-Nano Batukaru-03 dengan perbandingan pupuk dan lahan  $0,4 \text{ kg/m}^2$ , dan bedeng E untuk pupuk L2-Nano Batukaru-04 dengan perbandingan pupuk dan lahan  $0,4 \text{ kg/m}^2$ . Penanaman padi telah

dilakukan 3 hari setelah penebaran pupuk tersebut dan tanaman dipelihara dengan perlakuan yang sama dengan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Pada penerapan teknologi pelet pupuk L2-Nano ini, tim pelaksana yang bukan berprofesi sebagai petani (walaupun semuanya berasal dari keluarga petani) bersama para mitra sasaran (kelompok petani Subak Babakan dan PB Suwela Amertha) dan mitra kegiatan (pemerintah Desa Jagaraga dan Bumdes Jagaraga) belajar bersama dalam berinovasi dengan tahapan inisiasi pengenalan masalah actual, menganalisis akar masalah atau penyebab terjadinya masalah, mencari solusi yang paling tepat, mewujudkan solusi menjadi sebuah prototipe teknologi/produk, menerapkan teknologi/produk dalam menyelesaikan masalah, mengenali konstrain atau ketidaksesuaian masalah dan solusi yang diberikan, mengukur hasil dan dampak dari penerapan teknologi, melakukan evaluasi dan merancang tindak lanjut untuk keberlanjutannya.

Pendampingan telah dilakukan selama proses produksi ulang pelet pupuk kompos dengan 4 variasi komposisi dan diujicoba pada tanaman lainnya. Hasil pendampingan berupa prosedur operasional baku yang dapat dijadikan pedoman dalam produksi dan pemakaian pelet pupuk L2-Nano. Pendampingan juga telah diberikan kepada para petani yang terlibat untuk menggunakan prosedur operasional baku ini dan menyetorkannya pada petani-petani lainnya. Mitra sasaran PB. Suwela Amertha berkomitmen untuk mengembangkan pupuk L2-Nano ini sebagai salah satu diversifikasi produk dari penyosohan beras karena bahan baku berupa sekam padi melimpah dan ada peluang menambahkan jerami padi sebagai bahan baku komposnya. Sementara itu, Bumdes Jagaraga bersedia menyalurkan produk pupuk L2-Nano ini kepada para petani di Desa Jagaraga dan desa-desa sekitarnya dan menjadi bagian dari usaha Bumdes Jagaraga.





Gambar 2. Demplot ujiterap pupuk L2-Nano

## SIMPULAN

Masyarakat Desa Jagaraga telah merintis desanya menjadi desa berinovasi dengan belajar bersama akademisi melakukan invensi dan merancang komersialisasinya. Pelet pupuk L2-Nano yang menjadi solusi pemecahan masalah kerusakan lahan pertanian padi dan kekurangtahanan tanaman padi dari cekaman biotik dan abiotik dapat dijadikan salah satu model menumbuhkembangkan masyarakat berinovasi dengan cara belajar berinovasi bersama masyarakat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada LPPM Universitas Pendidikan Ganesha atas hibah kompetitif program pengabdian kepada masyarakat skema Desa Binaan tahun 2024, Ucapan terima kasih juga ditujukan Kepala Desa/Perbekel Desa Jagaraga dan Ketua Bumdes Jagaraga selaku mitra kegiatan serta PB. Suwela Amertha dan Subak Babakan Jagaraga selaku mitra sasaran atas Kerjasama kemitraan yang sangat baik.

## DAFTAR RUJUKAN

Ahmed T, Noman M, Manzoor N, Shahid M, Hussaini KM, Rizwan M, Ali S, Maqsood A, Li B. (2021) Green magnesium oxide nanoparticles-based modulation of cellular oxidative repair mechanisms to reduce arsenic uptake and translocation in rice (*Oryza sativa* L.) plants. *Environmental pollution*. 288:117785. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117785>

Dong D, Wang C, Van Zwieten L, Wang H, Jiang P, Zhou M, Wu W. (2020). An effective biochar-based slow-release fertilizer for reducing nitrogen loss in paddy fields. *Journal of Soils and Sediments*. 20:3027-3040. <https://doi.org/10.1007/s11368-019-02401-8>

Firmanda A, Fahma F, Syamsu K, Suryanegara L, Wood K. (2022) Controlled/slow-release fertilizer based on cellulose composite and its impact on sustainable agriculture. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 16(6):1909-1930. <https://doi.org/10.1002/bbb.2433>

Gamage A, Basnayake B, De Costa J, Merah O. 2021. Effects of rice husk biochar coated urea and anaerobically digested rice straw compost on the soil fertility, and cyclic effect of phosphorus. *Plants*. 11(1):75. <https://doi.org/10.3390/plants11010075>

Karyasa, I W. 2018. Belajar Di Masyarakat: Sebuah Konsep Dalam Meningkatkan Mutu Pengabdian Kepada Masyarakat. *Prosiding SENADIMAS Ke-3*, pp. 874-879.

Karyasa I W. (2018) Silicon chemistry for sustainable development of rice agriculture. *Journal of Physics: Conference Series*, 1040 (1): 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1040/1/012016>

Mathur P, Roy S. 2020. Nanosilica facilitates silica uptake, growth and stress tolerance in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 157:114-27. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.10.011>

Mehmood S, Kumar N, Mansoori A, Mohan M, Kumar A, Ghorai TK. (2024) Effect of ZnMgO 2 nanoparticles used as a nanofertilizer: promoting the growth activities of rice seedlings. *Environmental Science: Nano*. In press. <https://doi.org/10.1039/D3EN00770G>

Omar L, Ahmed OH, Boyie Jalloh M, Abdul Majid NM. (2021) Rice husk compost production and use in mitigating ammonia volatilization from urea. *Sustainability*. 13(4):1832. <https://doi.org/10.3390/su13041832>

Phares CA, Akaba S. (2022) Co-application of compost or inorganic NPK fertilizer with biochar influences soil quality, grain yield and net income of rice. *Journal of Integrative Agriculture*. 21(12):3600-10. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.07.041>

Rajiv P, Chen X, Li H, Rehaman S, Vanathi P, Abd-Elsalam KA, Li X. (2020) Silica-based nanosystems: Their role in sustainable agriculture. In *Multifunctional Hybrid Nanomaterials for Sustainable Agri-Food and Ecosystems*. 437-459.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821354-4.00018-2>

Sharifuddin J, Mohammed ZA, Ramli NN, Farmata Y. (2020) Green Revolution's Role and Impact: Organic Farming Potential for Indonesian Sustainable Agriculture. In Forum Penelitian Agro Ekonomi, Indonesian Center for Agricultural Socioeconomic and Policy Studies. 37 (2):115-125. <https://doi.org/10.21082/fae.v37n2.2019.115-125>

Sharma P, Sangwan S, Mehta S. (2023) Emerging role of phosphate nanoparticles in agriculture practices. In Engineered Nanomaterials for Sustainable Agricultural Production, Soil Improvement and Stress Management. 71-97. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91933-3.00008-8>

Sohail MI, Rehman MZ, Murtaza G, Wahid MA. (2019) Chemical investigations of Si-rich organic and inorganic amendments and correlation analysis between different chemical composition and Si contents in amendments. Arabian Journal of Geosciences. 2019 Jan;12:1-4. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4215-x>

Song Y, Zheng C, Li S, Chen J, Jiang M. (2023) Chitosan-magnesium oxide nanoparticles improve salinity tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). ACS Applied Materials & Interfaces. 15(17):20649-20660. <https://doi.org/10.1021/acsami.3c00043>

Souri Z, Khanna K, Karimi N, Ahmad P. (2021) Silicon and plants: current knowledge and future prospects. Journal of Plant Growth Regulation. 40:906-25. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10172-7>

Tiwari K, Kumar YO, Singh TA, Nayak R. (2022) Nano technology-based P fertilizers for higher efficiency and agriculture sustainability. Annals of Plant and Soil Research. 24(2):198-207. <https://doi.org/10.47815/apsr.2022.10149>

Wang C, Luo D, Zhang X, Huang R, Cao Y, Liu G, Zhang Y, Wang H. (2022) Biochar-based slow-release of fertilizers for sustainable agriculture: A mini review. Environmental Science and Ecotechnology. 10:100167. <https://doi.org/10.1016/j.es.2022.100167>

Watanabe T, Luu HM, Inubushi K. (2017) Effects of the continuous application of rice straw compost and chemical fertilizer on soil carbon and available silicon under a double rice cropping system in the Mekong Delta, Vietnam. Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ. 51(3):233-9. <https://doi.org/10.6090/jarq.51.233>

Yang G, Yuan H, Ji H, Liu H, Zhang Y, Wang G, Chen L, Guo Z. (2021) Effect of ZnO nanoparticles on the productivity, Zn biofortification, and nutritional quality of rice in a life cycle study. Plant Physiology and Biochemistry. 163:87-94. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.03.053>

Zhang H, Wang R, Chen Z, Cui P, Lu H, Yang Y, Zhang H. (2021) The effect of zinc oxide nanoparticles for enhancing rice (*Oryza sativa* L.) yield and quality. Agriculture. 11(12):1247. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121247>