

**POTENSI DAN PEMANFAATAN BIOMASSA UNTUK
MENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN
DI SULAWESI TENGAH**



O l e h :

Prof. Dr. Ir. Muhardi, M.Si.,IPM.,ASEAN Eng.

**(Guru Besar Pada Bidang Ilmu Agroteknologi / Nutrisi Tanaman
Pada Fakultas Pertanian)**

UNIVERSITAS TADULAKO

Kamis 18 Agustus 2022

**POTENSI DAN PEMANFAATAN BIOMASSA UNTUK
MENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN
DI SULAWESI TENGAH**



O l e h :

Prof. Dr. Ir. Muhardi, M.Si.,IPM.,ASEAN Eng.

**(Guru Besar Pada Bidang Agroteknologi/Nutrisi Tanaman
Pada Fakultas Pertanian)**

**Orasi Ilmiah Disampaikan Pada Rapat Senat Luar Biasa
Penerimaan Sebagai Anggota Dewan Profesor Dalam
Rangka Dies Natalis Ke-41 Universitas Tadulako
18 Agustus 2022**

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh
Selamat Pagi, Salam Sejahtera untuk kita sekalian

Yth. Bapak Rektor Universitas Tadulako

Ysh. Ketua Senat Universitas Tadulako

Ysh. Ketua Dewan Profesor Universitas Tadulako

Ysh. Sekretaris dan seluruh Anggota Senat Universitas Tadulako

Ysh. Seluruh Anggota Dewan Profesor

Ysh. Para Wakil Rektor

Ysh. Ketua Dewan Pertimbangan

Ysh. Ketua SPI

Ysh. Para Dekan/Direktur Pascasarjana/Ketua Lembaga

Ysh. Para Wakil Dekan/Kepala Biro/Sekretaris Dewan Pertimbangan, SPI
dan sekretaris lembaga di lingkungan Univ. Tadulako

Ysh. Seluruh hadirin dan hadirat yang tidak dapat kami sebutkan satu
persatu

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas karunia kesehatan dan kesempatan sehingga kita dapat mengikuti acara penerimaan anggota dewan profesor yang sekaligus dalam rangka Dies Natalis Universitas Tadulako yang ke-41. Salawat dan salam kita kirimkan kepada junjungan kita umat islam nabiullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya yang telah memberi perubahan peradaban dari alam kegelapan menjadi terang menderang hingga akhir zaman, Insyaa Allah.

Pada kesempatan yang sangat mulia ini, iijinkan kami menyampaikan orasi ilmiah sebagai Guru Besar Bidang Ilmu Agroteknologi/Nutrisi Tanaman dengan judul : **Potensi Dan Pemanfaatan Biomassa Untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan Di Sulawesi Tengah.**

PENDAHULUAN

Biomassa merupakan sumberdaya terbarui yang dapat diubah menjadi energi terbarukan baik secara langsung maupun tidak langsung (Baum, *et al.*, 2013). Pemanfaatan dan pengelolaan biomassa merupakan isu penting saat ini terkait dengan berbagai problem kehidupan manusia utamanya menyangkut ketersediaan pangan dan energi (Baum, *et al.*, 2013). Secara umum biomassa merupakan bahan yang dapat diperoleh dari tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung dan dimanfaatkan sebagai energi atau bahan dalam jumlah besar (Yokoyama, 2008; Sarkar, *et al.*, 2012). Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik (Mahmood, *et al.*, 2015; Bechis, 2017). Selain digunakan untuk tujuan primer seperti serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan (Wulandari, *et al.* 2019), biomassa juga digunakan sebagai bahan penyubur tanah atau pupuk organik dan juga sebagai sumber energi terbarukan yang potensinya sangat besar (Hermawati, 2014; Zahraee, *et al.*, 2021).

Potensi biomassa di Indonesia diperkirakan mencapai 145 juta ton setiap tahunnya dan pemanfaatannya belum dilakukan secara optimal (Suprihatin, *et al.*, 2010). Biomassa tersebut dihasilkan dari limbah pertanian seperti jerami, kulit padi, seresah kebun, kulit buah, tandan kosong kelapa sawit dan-lain-lain. Limbah pertanian yang berpotensi lainnya seperti: ampas tebu, tongkol jagung, jerami, tempurung dan ampas kelapa, sampah pasar yang terdiri dari sayuran dan buah-buahan yang mengalami pembusukan, dan sisa-sisa pengolahan hasil-hasil pertanian lainnya yang umumnya menjadi sampah dan berpotensi sebagai pencemar lingkungan (Sarkar, *et al.*, 2012; Khaidir 2016).

Sistem pertanian terpadu yang berlandaskan pada pemanfaatan berulang zat hara serta pemanfaatan biomassa merupakan pilihan sistem pertanian masa depan karena tidak saja meningkatkan nilai tambah dari lahan tetapi juga ramah lingkungan (Wulandari, *et al.*, 2019; Zahraee, *et al.*, 2021). Sebagian besar limbah pertanian belum dimanfaatkan, dan lebih

banyak dibakar di lahan. Sebagai bahan bakar padat, limbah pertanian dan biomassa lainnya dapat secara efektif dioptimalkan dengan cara mengkonversinya menjadi bahan bakar gas dan pupuk organik (Bharthare, *et al.*, 2014; Kumar, *et al.*, 2018). Manfaat yang dapat diperoleh melalui daur ulang bahan organik, nutrien atau mineral dari limbah pertanian yaitu menghasilkan bioenergi, mengurangi penggunaan pupuk anorganik, meningkatkan produktivitas lahan akibat perbaikan karakteristik tanah (fisik, kimia dan mikrobiologis), dan mengurangi beban pencemaran lingkungan (Kumar, *et al.*, 2018). Praktek ini tentu sangat berkontribusi terhadap pengembangan pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*), yang merupakan tuntutan bagi praktek pertanian modern (Suprihatin, *et al.*, 2010), karena dapat dilaksanakan pada sumberdaya lahan secara terus-menerus dan menguntungkan. Selain itu, karakteristik umum lahan kering di Indonesia memiliki kadar bahan organik rendah (<1,5%) (Haeriah, *et al.*, 1992), sementara sistem pertanian dapat berkelanjutan hanya jika kadar bahan organik tanah di atas 2% (Handayanto, 1999), sehingga penambahan bahan organik dari biomassa menjadi kunci terwujudnya sistem pertanian keberlanjutan tersebut.

BIOMASSA PERTANIAN

Pesatnya pertumbuhan populasi dunia yang diperkirakan hampir 10 miliar pada tahun 2050, menyebabkan permintaan global akan produk pertanian untuk makanan, bahan baku dan bioenergi setidaknya akan berlipat ganda dibandingkan dengan tingkat tahun 2005, yang membutuhkan hasil biomassa yang jauh lebih tinggi per unit luas lahan pertanian (Gelfand, *et al.*, 2013; Sheldon, 2014). Sementara itu, untuk memerangi percepatan perubahan iklim dan meningkatkan kualitas tanah, kebutuhan biomassa juga bertambah untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah dalam sistem pertanian (Lal, 2004; Don, *et al.*, 2012; Plaza-Bonilla, *et al.*, 2015; Sun, *et al.*, 2021). Oleh karena itu, sistem pertanaman yang inovatif dan manajemen pertanaman yang dapat meningkatkan hasil biomassa secara berkelanjutan untuk biorefining sangat diperlukan (Pugesgaard, *et al.*, 2015). Beberapa penelitian menganjurkan bahwa tanaman tahunan berpotensi

sebagai tanaman bioenergi yang paling menjanjikan karena hasil biomasanya yang besar, distribusi akar yang dalam, efisiensi penggunaan sumber daya yang tinggi, dan musim tanam yang panjang (Adler, *et al.*, 2007; Asbjornsen, *et al.*, 2014; McGowan, *et al.*, 2019). Namun, banyak dari studi tentang tanaman tahunan, terutama difokuskan pada hasil biomassa atau perubahan simpanan karbon organik tanah (SKO) dan nitrogen total (NT), sehingga kedua objek ini menjadi kajian tersendiri untuk kepentingan pertanian. Terlepas dari hasil biomassa dan simpanan karbon dan nitrogen total, stabilitas hasil temporal adalah variabel penting lainnya yang kurang dipertimbangkan antara tanaman tahunan dan tanaman semusim. Stabilitas hasil adalah konsep yang terutama dikembangkan dari ekologi konvensional, yang baru saja diperkenalkan ke agroekosistem (Knapp dan van der Heijden, 2018). Stabilitas hasil menunjukkan variabilitas dari tahun ke tahun dalam hasil biomassa selama waktu tertentu. Stabilitas hasil yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sistem pertanaman yang dipelajari dapat beradaptasi dengan lebih baik terhadap tekanan lingkungan dan perubahan iklim (Knapp dan van der Heijden, 2018). Praktek pertanian tersebut banyak dijumpai pada kawasan pinggiran hutan dan umumnya dilakukan di sekitar area konservasi termasuk yang berlangsung pada Taman Nasional Lore Lindu (TNLL).

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa pola pemanfaatan lahan di sekitar kawasan TNLL umumnya adalah kebun hutan atau kebun campuran antara tanaman kakao dan kopi dengan berbagai jenis kayu-kayuan, serta tanaman semusim dengan sistem tebas-bakar (*slash-and-burn system*) (Wardah, 2008). Beberapa tahun selanjutnya pola ini mengalami pergeseran, dimana hampir semua lahan diusahakan tanaman berbasis kakao (Muhardi, *et al.*, 2012), dan selanjutnya pemanfaatan lahan sudah sangat beragam yang disebabkan berkembangnya pasar berbagai komoditi pertanian, termasuk hortikultura, perkebunan dan kehutanan sehingga dijumpai dan berkembang lahan-lahan berbasis agroforestry, namun tetap dengan tanaman kakao sebagai komoditi utama (Muhardi dan Effendy, 2017). Berdasarkan kompilasi data dari beberapa hasil penelitian pada sekitar lokasi yang sama, maka telah diinventarisir pola-pola pemanfaatan lahan yang

cukup dominan dijumpai diantaranya adalah: agroforestry kompleks, agroforestry sederhana, kakao+jati, kakao+kemiri, kakao+buah2an, kakao+gamal, kemiri monokultur, kakao monokultur dan tanaman semusim. Analisis biomassa juga dilakukan untuk area hutan alami di sekitar lokasi penelitian sebagai pembanding. Analisis biomassa lahan mencakup biomassa di atas tanah (biomassa pohon, tumbuhan bawah, seresah dan nekromassa) dan biomassa bawah tanah (biomassa akar seluruh vegetasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola pemanfaatan lahan secara agroforestry kompleks merupakan agroekosistem yang paling mendekati hutan alami karena penurunan biomassa lebih kecil dari pada agroekosistem yang lain (<40%), sedangkan pola campuran 2-5 jenis tanaman tahunan penurunan biomassa relatif moderat (60-65%), dan yang paling tinggi penurunan biomasanya adalah pola monokultur tanaman tahunan maupun semusim (80-99%)

Produk biomassa yang tidak termanfaatkan pada suatu area hutan atau lahan pertanian adalah seresah (*litterfall*), kulit buah, biji dan hasil buangan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konversi hutan alam menjadi lahan agroforestri kompleks menurunkan produksi seresah total sebesar 18,7% (dari 11,88 menjadi 9,66 t.ha⁻¹.th⁻¹) dan apabila dikonversi menjadi lahan agroforestri sederhana akan menurun sebesar 28,3% (dari 11,88 menjadi 8,44 t.ha⁻¹.th⁻¹). Selanjutnya bila hutan alam dikonversi menjadi lahan kakao yang dikombinasi dengan tanaman tahunan lainnya menurunkan seresah sebesar 39,5, apabila hutan dikonversi menjadi kakao monokultur akan menurunkan produksi seresah sebesar 42,3%, dan apabila dikonversi menjadi lahan kemiri monokultur akan menurun sebesar 53%. Produksi seresah pada lahan agroforestri kompleks dan agroforestri sederhana masing-masing 9,66 dan 8,44 t.ha⁻¹.th⁻¹, hasil ini hampir sama dengan yang diperoleh Hairiah, *et al*, (2006) di Lampung Barat pada lahan agroforestri berbasis kopi yaitu sekitar 7–10 t.ha⁻¹.th⁻¹. Namun pada lahan kakao monokultur dalam penelitian ini menghasilkan jatuhan seresah yang jauh lebih tinggi yaitu 7,12 t.ha⁻¹.th⁻¹ dibanding hasil yang diperoleh Hairiah, *et. al*, (2006) pada lahan kopi monokultur yang hanya sekitar 4.0 t.ha⁻¹.th⁻¹.

Biomassa seresah yang terdapat di atas permukaan tanah menjadi salah satu indikator jumlah pasokan bahan organik yang menjadi bagian penting dalam siklus energi dan materi dalam ekosistem. Materi tersebut apabila terdekomposisi oleh mikroorganisme akan termineralisasi menjadi unsur-unsur hara yang siap digunakan oleh tumbuhan. Perubahan tipe lahan berpengaruh nyata terhadap kandungan C, N, Ca, P dan C/N, dan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan K dan Mg pada seresah yang dihasilkan.

Konsentrasi hara N daun dari lahan agroforestri kompleks nyata lebih tinggi dibanding hutan alam, namun tidak berbeda dengan tipe lahan lainnya. Kadar karbon daun tertinggi diperoleh dari hutan alam yang berbeda nyata dibanding tipe lahan kemiri monokultur, namun tidak nyata dengan tipe lahan lainnya. Demikian juga nilai C/N tertinggi dari hutan alam yang berbeda nyata dengan tipe lahan lainnya. Sebaliknya konsentrasi Ca tertinggi terdapat pada lahan kemiri monokultur yang berbeda nyata dibanding tipe lahan lainnya. Sedangkan konsentrasi P tertinggi pada seresah dari lahan agroforestri kompleks yang berbeda nyata dibanding hutan alam, agroforestri sederhana dan kemiri monokultur. Data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jatuhan seresah daun dari lahan kemiri monokultur menunjukkan sifat material yang lebih baik, terutama selain dari konsentrasi N dan Ca yang tinggi juga dari nilai C/N yang lebih kecil. Kecepatan dekomposisi seresah salah satunya dipengaruhi oleh nisbah C-N, semakin besar nisbah C-N seresah maka akan semakin sulit seresah tersebut untuk terdekomposisi (Supriyo, *et al.* 2009). Seresah dikategorikan berkualitas tinggi baik apabila nisbah C:N<25, kandungan lignin <15% dan polyphenol <3%, sehingga cepat dilapuk (Hairiah *et al.*, 2000).

Pemanfaatan Biomassa

Variabilitas biomassa jatuhan seresah dan komposisi serta kecepatan dekomposisinya yang berbeda antara setiap tipe atau pola pemanfaatan lahan menjadi menarik untuk diteliti lebih jauh. Atas dasar tersebut telah dilakukan penelitian pemanfaatan biomassa seresah untuk dijadikan pupuk

organik. Bahan biomassa seresah dari berbagai tipe agroekosistem dikumpulkan dan dikeringanginkan di laboratorium kemudian digrinding dan dihaluskan, setelah itu difermentasi selama 4-5 minggu, dengan menambahkan bahan dekomposer yang ada di pasaran. Hasil fermentasi kemudian diaplikasikan ke tanaman bibit kakao sebagai tanaman indikator.

Hasil percobaan aplikasi pupuk organik tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik berbahan biomassa seresah dari berbagai tipe agroekosistem dan dosis berpengaruh nyata terhadap komponen pertumbuhan bibit kakao, meskipun interaksinya dengan dosis pupuk organik yang dicobakan tidak berpengaruh nyata. Pemberian pupuk organik nyata menghasilkan pertumbuhan bibit kakao yang lebih baik dibanding tanpa pemberian pupuk organik. Selanjutnya pemberian pupuk organik tersebut mampu merubah beberapa sifat kimia tanah, baik dalam pot inkubasi maupun dalam pot tanaman indikator. Diketahui bahwa pemberian pupuk organik seresah berbagai tipe agroekosistem mampu menurunkan pH tanah 3,57%-10,03%, meningkatkan C-organik pada hingga 59% pada tipe kakao+buah-buahan, namun menurunkan hingga 25,18% pada tipe kakao+kemiri. Demikian juga kadar N-total tanah umumnya meningkat, kecuali untuk tipe kakao+jati dan kakao+kemiri. Kadar posfor dan kalium cenderung meningkat kecuali pada tipe kakao+kemiri dan kakao+gamal. Nilai KTK meningkat pada tipe agroforestry kompleks serta kakao+buah-buahan, namun nilai tersebut menurun pada tipe agroekosistem lainnya (Muhardi dan Noer, 2017).

Kendala pemanfaatan

Kendala pemanfaatan biomassa umumnya adalah sebagai sumberdaya terbarui proses daurnya yang cukup lama sehingga penggunaan yang berlebihan seperti penggundulan hutan bisa menyebabkan ketidakberlanjutan sistem energy terbarukan ini. Selain itu, pengangkutan dan penyimpanan biomassa tidaklah mudah karena volumenya terlampau besar dan mudah terurai, olehnya biomassa hanya layak digunakan di daerah dimana biomassa diproduksi. Jika biomassa itu dapat diubah menjadi bentuk yang mudah diangkut seperti pellet, pupuk atau

bahan bakar cair maka dapat dimanfaatkan di wilayah yang jauh dari sumber biomassa itu sendiri sekalipun (Yokoyama, 2008).

KESIMPULAN

Potensi biomassa yang ada di Indonesia umumnya dan di Sulawesi Tengah khususnya masih sangat besar dan belum dimanfaatkan secara optimal. Berbagai pola pemanfaatan akibat konversi lahan yang dilakukan oleh masyarakat dan petani telah menurunkan potensi biomassa lahan, dimana pola pemanfaatan lahan secara agroforestry kompleks merupakan pola pemanfaatan yang paling mendekati hutan alami karena penurunan biomassa lebih kecil dari pada pola pemanfaatan yang lain, sedangkan pola campuran 2-5 jenis tanaman tahunan penurunan biomassa relatif moderat (60-65%), dan yang paling tinggi penurunan biomasnya adalah pola monokultur tanaman tahunan maupun semusim (80-99%). Biomassa yang diperoleh utamanya berupa seresah berpotensi untuk dijadikan pupuk organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah yang berarti meningkatkan produktivitas lahan dalam jangka panjang dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, P.R., Grosso, S.J.D., Parton, W.J., 2007. Life-cycle assessment of net greenhouse- gas flux for bioenergy cropping systems. *Ecol. Appl.* 17, 675–691. [https://doi.org/ 10.1890/05-2018](https://doi.org/10.1890/05-2018).
- Asbjornsen, H., Hernandez-Santana, V., Liebman, M., Bayala, J., Chen, J., Helmers, M., Ong, C.K., Schulte, L.A., 2014. Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services. *Renew. Agr. Food Syst.* 29, 101–125. <https://doi.org/10.1017/S1742170512000385>.
- Baum, R.K., Wajszczuk, B. Peplinski, J. Wawrzynowicz, Potential for agricultural biomass production for Energy purposes in Poland: a review, *Contemp. Econ.* 7 (2013) 63–74. [https://www.econstor.eu/ bitstream/10419/105415/1/75575](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/105415/1/75575)
- Bechis, S. 2017. Possible impact of pelletised crop residues use as a fuel for cooking in Niger, in: *Renewing Local Planning to Face Climate Change in the Tropics*, Springer, Cham, 2017, pp. 311–322.

[https://www.oapen.org/download?type¼document&docid¼1002274#page 316.](https://www.oapen.org/download?type¼document&docid¼1002274#page%3A316)

- Bharthare, P., Shrivastava, P. Singh, A. Ttiwari. 2014. Peanut shell as renewable energy source and their utility in production of ethanol, *Int. J. Adv. Res.* 2 (2014) 1-4.
- Don, A., Osborne, B., Hastings, A., Skiba, U., Carter, M.S., Drewer, J., Flessa, H., Freibauer, A., Hyvoñnen, N., Jones, M.B., Lanigan, G.J., Mander, Ü., Monti, A., Djomo, S.N., Valentine, J., Walter, K., Zegada-Lizarazu, W., Zenone, T., 2012. Land-use change to bioenergy production in Europe: implications for the greenhouse gas balance and soil carbon. *GCB Bioenergy* 4, 372–391. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2011.01116.x>.
- Gelfand, I., Sahajpal, R., Zhang, X., Izaurrealde, R.C., Gross, K.L., Robertson, G.P., 2013. Sustainable bioenergy production from marginal lands in the US Midwest. *Nature* 493, 514–517. <https://doi.org/10.1038/nature11811>.
- Hairiah, K., Van Noordwijk, M., Santoso, B. and Sjekhfani. 1992. Biomassa Production and Root Distribution of Eight Trees and Their Non Leaching Incubatioential For Hedgerow Intercropping on an Ultisol in Southern Sumatra. *Agrivita* 15, 54-68.
- Hairiah, K., Sulistyani H, Suprayogo D, Widiyanto, Purnomosidhi P, Widodo R H dan Van Noordwijk M, 2006. Litter Layer Residence Time in Forest and Coff ee Agroforestry Systems in Sumberjaya, West Lampung. *Forest Ecology and Management*, 224: 45–57.
- Handayanto, E. 1999. *Komponen Biologi Tanah Sebagai Bioindikator Kesehatan dan Produktivitas Tanah*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hermawati W., 2014. *Sumberdaya Biomassa Untuk Energi Terbarukan di Indonesia : Potensi Biomassa Sektor Pertanian, Perkebunan dan Sampah Kota. Dalam : Konversi Biomassa Untuk Energi Alternatif Di Indonesia : Tinjauan Sumberdaya, Teknologi, Manajemen dan Kebijakan*, Hasnan Abimanyu dan Sunit Hendrana (Ed.). Pusat Penelitian Perkembangan Iptek (Papitek), LIPI.
- Khaidir. 2016. *Pengolahan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Agricultural Waste Processing As Alternative Fuels* Khaidir. 13 (September) pp.63–68.
- Knapp, S., van der Heijden, M.G.A., 2018. A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. *Nat. Commun.* 9,3632. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05956-1>
- Kumar, M., S. Sundaram, E. Gnansounou, C. Larroche, I.S. Thakur. 2018. Carbon dioxide capture, storage and production of biofuel and biomaterials by bacteria: a review, *Bioresour. Technol.* 247: 1059-1068.

- Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304, 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>.
- Mahmood, A., Hussain, A.N. Shahzad, B. Honermeier. 2015. Biomass and biogas yielding potential of sorghum as affected by planting density, sowing time and cultivar, *Pakistan J. Bot.* 47 (2015) 2401–2408. <https://pdfs.semanticscholar.org/7c03/a4f0c05845995c485e94debbccfdaa7e43ae.pdf>.
- McGowan, A.R., Nicoloso, R.S., Diop, H.E., Roozeboom, K.L., Rice, C.W., 2019. Soil organic carbon, aggregation, and microbial community structure in annual and perennial biofuel crops. *Agron. J.* 111, 128–142. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.04.0284>.
- Muhardi and Effendy, 2017. Cocoa farming patterns for sustainability of Indonesia Lore Lindu National Park (LLNP). *AJCS* 11(08):917-924
- Muhardi dan H. Noer 2017. Pemanfaatan Jatuhannya Seresah Dari Berbagai Agroekosistem Lahan Untuk Memperbaiki Kesuburan Tanah Perkebunan Kakao Rakyat Di Sekitar Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian 2016*, ISSN : 2442-7314. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Muhardi, Maman Sutisna, Muh. Basir dan Abubakar M. Lahjie. 2012. Perubahan Persediaan Hara Dan Karbon Akibat Konversi Hutan Alam Menjadi Lahan Perkebunan Di Sekitar Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Jurnal Agroland*, 19 (1) : 27-35
- Plaza-Bonilla, D., Arrúe, J.L., Cantero-Martínez, C., Fanlo, R., Iglesias, A., A´lvaro- Fuentes, J., 2015. Carbon management in dryland agricultural systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1319–1334. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0326-x>.
- Pugesgaard, S., Schelde, K., Larsen, S.U., Lærke, P.E., Jørgensen, U., 2015. Comparing annual and perennial crops for bioenergy production – influence on nitrate leaching and energy balance. *GCB Bioenergy* 7, 1136–1149. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12215>.
- Sarkar N., S.K. Ghosh, S. Bannerjee, K. Aikat. 2012. Bioethanol production from agricultural wastes: an overview, *Renew. Energy* 37 (2012) 1927.
- Sheldon, R.A., 2014. Green and sustainable manufacture of chemicals from biomass: state of the art. *Green. Chem.* 16, 950–963. <https://doi.org/10.1039/C3GC41935E>.
- Sun, T., Feng, X., Lal, R., Cao, T., Guo, J., Deng, A., Zheng, C., Zhang, J., Song, Z., Zhang, W., 2021. Crop diversification

practice faces a tradeoff between increasing productivity and reducing carbon footprints. *Agr. Ecosyst. Environ.* 321, 107614 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107614>.

- Suprihatin, S., Indrasti, N.S. & Aryanto, A.Y. 2010. Potensi Limbah Biomassa Pertanian Sebagai Bahan Baku Produksi Bioenergi (Biogas).In: Prosiding Seminar Tjipto Utomo Intitut Teknologi Nasional. (September), pp.B7-1-B7-11
- Supriyo H., E. Faridah., W.A. Winastuti., A Figyantika., A.F. Khairil. 2009. Kandungan C-organik dan N-total Pada Seresah dan Tanah pada 3 tipe Fisiognomi. (Studi Kasus Di Wanagama I, Gunung Kidul, DIY). *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol. 9 No. 1: 49-57
- Wardah, 2008. Keragaan Ekosistem Kebun Hutan (*Forest Garden*) Di Sekitar Kawasan Konservasi : Studi Kasus di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah. Disertasi, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. h 179
- Wulandari S., Sumanto dan Saefuddin, 2019. Pengelolaan Biomassa Tanaman Dalam Bioindustri Perkebunan Mendukung Pengembangan Bioenergi. *Jurnal Perspektif* Vol. 18 No. 2 /Des 2019. Hlm 143-157.
- Yokoyama, 2008. Panduan Untuk Produksi dan Pemanfaatan Biomassa. Proyek Bantuan Untuk Pembangunan Kerjasama Asia Untuk Pertanian Sadar Lingkungan (Ed. Saduran). The Japan Institute of Energy.
- Zahraee, S.M., Golroudbary, S.R., Shiwakoti, N., Stasinopoulos, P., Kraslawski, A. 2021. Economic and environmental assessment of biomass supply chain for design of transportation modes: strategic and tactical decisions point of view. *Procedia CIRP* 100, 780785.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dibagian akhir kesempatan orasi ini, marilah kita semua tak henti-hentinya memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas nikmat yang telah diberikan, terutama karunia kesehatan dan keafiatan serta kesempatan, dan tentu atas perkenanNya sehingga kami dapat meraih apa yang umumnya cita-citakan oleh insan akademis. Selanjutnya ijin saya untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Rektor, bapak Ketua Senat Universitas dan Ibu Ketua Dewan Profesor atas usulan, rekomendasi dan validasi sehingga pengajuan GB dapat ditindaklanjuti di kementerian dikbudristek
- Bapak dan Ibu Anggota Dewan Profesor serta Sekretaris dan Para Anggota Senat Universitas Tadulako yang telah memberi dukungan
- Bapak-Bapak Wakil Rektor, Ketua/sekretaris Dewan Pertimbangan, Ketua/sekretaris Satuan Pengawas Internal Universitas Tadulako
- Bapak Direktur Program Pascasarjana, Bapak/Ibu Dekan, Ketua dan sekretaris lembaga penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Ketua dan sekretaris Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan, Ketua Komisi Etik, Ketua Komisi Disiplin dan Kepala International Office, serta para Kepala UPT dalam lingkup Universitas Tadulako
- Bapak Kepala Biro Administrasi Umum dan Keuangan, Bapak Kepala Biro Administrasi Akademik, Kemahasiswaan dan Perencanaan Universitas Tadulako serta Bapak/Ibu Para wakil Dekan, ketua/sekretaris pusbang pada LPPM dan LPPMP
- Ketua dan Sekretaris Senat Fakultas Pertanian, Para Ketua Jurusan, Koordinator Prodi, pimpinan Sub-unit kerja serta seluruh kolega dan sejawat pada Fakultas Pertanian Universitas Tadulako yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Terima kasih atas semua bantuan moril dan materil yang telah diberikan.

Selanjutnya saya juga menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga dan tak terbalaskan dari kami atas semua kebaikan, perhatian, bantuan, motivasi, bimbingan dan arahan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Muh. Basir Cyio, SE, MS,IPU,ASEAN Eng., Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfudz, MP.,IPU,ASEAN Eng., Bapak Prof.Dr.Ir. H. Alam Anshary, M.Si.,IPU., ASEAN Eng., Ibu Prof. Dra.Ir. Mery

Napitupulu, MSc.,Ph.D., Bapak Prof. Dr. Ir. Effendy Surentu, M.Si., Bapak Prof. Dr. Ir. Fathurrahman, MP., Bapak Prof. Dr. Ir. Made Antara, MP., Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Rahim, STP.,MP.,IPM, ASEAN Eng., Bapak Dr. Ir. Rustam Abd. Rauf, SP.,MP.,IPM.,ASEAN Eng., Bapak Dr. Ir. Isrun, SP.,MP.,IPM.,ASEAN Eng.,serta Bapak Dr. Ir. Ramal Yusuf, MSc. Hanya kepada Tuhanlah kami berharap untuk membalas budi baik bapak dan ibu semua.

Pada kesempatan yang berbahagia ini juga saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. I Nyoman Rai, MS., Ibu Prof. Dr. Ir. Ellis Nihayati, MS dan Bapak Prof. Dr. Ir. I Nyoman W. Mahayasa, M.P. yang telah berperan sebagai reviewer eksternal karya ilmiah sehingga saya bisa menjadi guru besar. Terima kasih juga saya sampaikan kepada Promotor dan co-promotor saya dalam menempuh pendidikan doktor yakni Bapak Prof. Dr. Ir. Maman Sutisna, M.Agr., (Alm), Bapak Prof. Dr. Ir. Abubakar Lahjie, M.Agr,Sc.(alm) dan Bapak Prof. Dr. Ir. Muh. Basir, SE.,MS.,IPU.,ASEAN Eng. Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan semasa studi : Bapak Dr. Ir. H. Ramlan, MP., bapak Dr. Ir. H. Husain Umar, MP.(Alm)., Bapak Dr. Ir. Abd. Hadid, MSi., Ibu Dr. Ir. Hj. Hadayani, MS.,bapak Dr. Ir. Abdul Muis, MP., Ibu Dr. Ir. Sri Ningsih Malombassang, MP., ibu Dr. Bau Toknok, SP.,MP., Ibu Dr. Andi Sahri Alam, SP.,MP., bapak Dr. Muhtar, SP.,SH,MM.,M.Si., Ibu Dr. Livawanti, SP.,MP., Terima kasih juga buat adik Dr. Budi Setiawan, SPd.,MP., Dr. Ice Anugrasari, S.Hut.,MP., dan Dr. Hendra, SP.,MP.yang banyak membantu dalam penyusunan disertasi dan artikel.

Terima kasih yang tak ternilai dengan apapun buat kedua orang tua saya yang telah mendidik dan membesarkan dengan sentuhan kasih sayang serta telah mengenalkan dunia pendidikan. Meski kini keduanya sudah tiada tapi saya yakin ayahanda almarhum **H. Hasanuddin** dan ibunda almarhumah **Hj. Sitti Norma** menyaksikan peristiwa ini lewat versi alamnya disana tentu dengan perasaan bangga. Juga kepada mertua saya, ayah mertua **Yusuf Muslaini** (almarhum) dan Ibu mertua **Maesuri Lasawedi** (almarhumah). Terima kasih juga buat kakak dan adik saya : Ir. Amri Hasanuddin, M.Si., Prof. Dr. Ir. Asriani, MS., Dr. Bakri Hasanuddin, SE.,M.Si., Dr. Asrul, SP.,MP. Juga kepada kakak dan adik ipar : Sumiati, SPd., Alm Zainal Abidin, SE., Dr. Hj. Mustainah Mappatoba, M.Si., dan Hj. Irawaty S. Pana, S.Pd.,M.Si. Demikian juga saya ucapkan terima kasih buat kakak dan adik ipar atau

saudara-saudara dari istri saya : Moh. Amin Muslaini, Moh. Arif Muslaini, Moh. Askari Muslaini, S.Sos., Sitti Amna Muslaini, SKM., M.Kes., Sitti Apsa Muslaini, ST., M.Si. dan Moh. Asril Muslaini, S.Sos.

Ucapan terima kasih terkhusus buat seluruh anggota keluarga kecil kami : kepada istri saya tercinta Ir. Sitty Ahra Muslaini, anak-anak saya : Mira Oktavira, Dirga Januar, Della Syahbani dan Moh. Toriq. Kepada menantu saya Itha Patalimpo serta cucu pertama saya Alrasyqa Dirga Januar. Doa dan pengorbanan kalian semua kini telah terjawabkan dan Insya Allah akan terus mendapat keridhaan dariNYa. Amin YRA...

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Identitas Diri dan Keluarga

- a. N a m a : Prof. Dr. Ir. Muhardi, M.Si.,IPM.,ASEAN Eng.
b. Tempat/Tanggal Lahir : Ujung Pandang, 1 Juni 1964
c. Pekerjaan : Dosen Tetap Fakultas Pertanian Univ. Tadulako
d. N I P : 196406011989031003
e. N I D N : 0001066407
f. Jenis Kelamin : Laki-laki
g. Jabatan Akademik : Guru Besar Agroteknologi/Nutrisi Tanaman pada
Fakultas Pertanian Universitas Tadulako
Jabatan Tugas Tambahan : Dekan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako
h. Alamat : Perumahan Dosen Untad, Blok D3, No. 11, Kel.
Tondo, Kec. Mantikulore, Palu Sulawesi Tengah
(94118)
Telepon/HP : (0451) 4132140 / 085396723888
i. Riwayat Keluarga :
- Istri : Ir. Sitty Ahra Muslaini
- Anak : Mira Oktavira Adiputri, SE.,Ak.
Dirga Januar Adiputra, S.Kom.
Della Syahbani Adiputri, ST.
Muhammad Tariq
- Menantu : Itha Patalimpo, S.Sos.
- Cucu : Alrasqa Dirga Januar
- Orang Tua, Ayah : Drs. H. Hasanuddin (almarhum)
Ibu : Sitti Normah (almarhumah)
- Mertua : Ayah mertua Yusuf Muslaini (almarhum)
Ibu mertua Maisuri Lasawedi (almarhumah)

2. Pendidikan :

- Profesi Insinyur (Ir), pada Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur (PS-PPI), Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, 2019.
Insinyur Profesional Madya (IPM), No. Sert.: 2-20-00-000090-00 oleh PP-PPII dan PBK-Teknik Pertanian, Jakarta 30 April 2019., STRI No. 2.20.19.1.2.00000228.
Asean Engineering Register (ASEAN Eng.) by AFEO Chairman, AER Head Commissioner and PII Country Registrar at Jakarta 13 September 2019, No. AE.10585.
- Doktor (S3) Bidang Ekologi Hutan, Program Studi Ilmu Kehutanan, Universitas Mulawarman, 2012
- Magister Sains (S2) Bidang Ilmu Tanaman, Program Studi Agronomi, Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2000.

- Sarjana (S1), Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu, 1988.
- SMA Negeri 1 Palu, 1982
- SMP Negeri 2 Palu, 1979
- SD Berbantuan Bungaya, Makassar, 1975

3. Jenjang Tugas dan Kepangkatan

- Dosen Luar Biasa pada Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, 1988
- CPNS pada Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, 1989
- PNS pada Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, 1990
- Penata Muda, III/a, TMT 1 Agustus 1990
- Penata Muda Tkt-1, III/b. TMT 1 Oktober 1992
- Penata, III/c. TMT 1 Oktober 1994
- Penata Tkt.-1, III/d, TMT 1 April 1998
- Pembina, IV/a, TMT 1 April 2003
- Pembina Tkt-1, IV/b, TMT 1 April 2011

4. Jenjang Fungsional

- Asisten Ahli Madya, TMT 1 Agustus 1990
- Asisten Ahli, TMT 30 September 1992
- Lektor Muda, TMT 30 September 1994
- Lektor, TMT 31 Maret 1998
- Lektor Kepala, TMT 31 Maret 2003
- Guru Besar Bidang Agroteknologi/Nutrisi Tanaman, TMT 1 Desember 2021

5. Tugas Tambahan

- Sekretaris Laboratorium Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian (1994-1997)
- Kepala Kebun Akademik Fakultas Pertanian (2001-2003)
- Sekretaris Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian (2003-2007)
- Ketua Program Studi Hortikultura, Fakultas Pertanian (2007-2009)
- Ketua Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian (2012-2013)
- Ketua Jurusan BDP, Fakultas Pertanian (2007-2009; 2013-2015)
- Wakil Koordinator Bidang Akademik, Kampus 2 Luar Domisili Morowali Universitas Tadulako (2014-2015)
- Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Pertanian (2015-2019)
- Dekan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako (2019-sekarang)

6. Mata Kuliah Diampu :

- Klimatologi Pertanian (Jenjang S2)
- Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Jenjang S2)
- Agroklimatologi (Jenjang S1)
- Dasar-Dasar Hortikultura (Jenjang S1)
- Ekologi Tanaman (Jenjang S1)
- Hidroponik (Jenjang S1)

- Mekanisasi Pertanian (Jenjang S1)
- Budidaya Tanaman Rempah, Obat dan Aromatika (Jenjang S1)
- Budidaya Tanaman Hias dan Lansekap (Jenjang S1)

7. Pengalaman Penelitian/Pengkajian/Studi

- Ketua Tim Studi Pemetaan Wilayah Pengembangan Komoditas Kota Palu. Proyek Pengembangan Agribisnis dan Ketahanan Pangan Hortikultura, Dinas Pertanian dan Kehutanan Kota Palu, 2003.
- Ketua Tim Pengkajian Pemanfaatan Sampah Kota Palu untuk Produksi Pupuk Organik, Pembuatan Unit Daur Ulang Dan Produksi Kompos (UDPK). Kerjasama Fakultas Pertanian Universitas Tadulako dengan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Palu, Tahun 2004.
- Anggota Tim PRA pada Kegiatan Study Identifikasi Pengembangan Teknologi Pertanian Organik Ramah Lingkungan. Kerjasama Fakultas Pertanian Untad dengan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Parigi Moutong. Tahun 2004.
- Anggota Tim Peneliti Pengembangan Bawang Merah Lokal. Kerjasama Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Dengan Balitbangda Sulawesi Tengah, 2008.
- Anggota Tim Studi Pengembangan Kawasan Hortikultura (Bawang Merah Lokal Palu). Kerjasama Dinas Pertanian Perkebunan dan Peternakan Provinsi Sulawesi Tengah dengan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Tahun 2008.
- Anggota Tim Pengkajian Pemetaan Potensi Bahan Pangan Lokal Sulawesi Tengah. Kerjasama Fakultas Pertanian Universitas Tadulako dengan Badan Ketahanan Pangan Provinsi Sulawesi Tengah, 2009.
- Anggota Tim Peneliti Pemanfaatan Biosulfur pada Tanaman Bawang Merah Di Sulawesi Tengah. Kerjasama Pusat Penelitian Surfaktan dan Bio-energi LPPM-IPB dengan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. 2009.
- Anggota Tim Kajian Agroindustri Pektin dan Papain dari Tanaman Pepaya Di Kab. Donggala. Kerjasama Universitas Tadulako Dengan Bappeda Kabupaten Donggala 2009.
- Anggota Tim Peneliti Penerapan Teknologi Hama Terpadu Untuk Pengendalian Penggerek Buah Kakao Di Perkebunan Kakao Rakyat. Penelitian Strategis Nasional, Dikti, 2009.
- Anggota Tim Peneliti Pemanfaatan Semut *Dolichoderus thoracicus* dan Cendawan *Beauveria bassiana* Bals.(Vuill) Untuk Mengendalikan Penggerek Buah Kakao Pada Ekosistem Pertanaman Kakao Di Kabupaten Sigi. Penelitian Strategis Nasional, Dikti, 2010.
- Anggota Tim Peneliti Peningkatan Nilai Ekonomi Produk Unggulan Bawang Merah Lokal Palu Melalui Optimalisasi Produktivitas Dan Kualitas Produk Olahannya. Penelitian MP3EI, Dikti, 2012.
- Anggota Tim Peneliti Optimalisasi Peningkatan Mutu dan Daya Saing Produk Unggulan Bawang Merah Lokal Palu. Penelitian Strategis Nasional, Dikti. 2013.
- Anggota Tim Peneliti Keragaman Jenis, Kemampuan Adaptasi dan Teknologi Pengolahan Ubi Banggai (*Dioscorea spp.*) Untuk Mendukung Ketahanan

Pangan Di Sulawesi Tengah (tahun ke-2). Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Dikti. 2014.

- Ketua Tim Studi Penyusunan Master Plan Indikator dan Pemetaan Daerah Rawan Pangan Kabupaten Morowali Utara. Kerjasama Universitas Tadulako Dengan Bappeda Kabupaten Morowali Utara. 2014.
- Ketua Tim Peneliti Potensi Biomassa, Produksi dan Laju Dekomposisi Jatuhan Seresah Pada Berbagai Agroekosistem Lahan Berbasis Kakao Di Sekitar Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Penelitian Fundamental, Dikti. 2015.
- Ketua Tim Peneliti Pemanfaatan Jatuhan Seresah sebagai Pupuk Organik dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.). Penelitian Fundamental, Dikti. 2016.
- Anggota Tim Peneliti Model Keputusan Petani untuk Meningkatkan Produktivitas dan Pendapatan Usahatai Padi Sawah di Sulawesi Tengah. Penelitian Pengembangan, DRPM, Dikti. 2020.
- Ketua Tim Peneliti Analisis Usahatani Padi Sawah Organik dan Anorganik di Sulawesi Tengah. Penelitian Penugasan Percepatan Guru Besar. Dana DIPA Universitas Tadulako, 2020.
- Ketua Tim Peneliti Analisis Produktivitas Padi Sawah dari Berbagai Pola Tanam yang Diterapkan Petani di Sulawesi Tengah. Penelitian Penugasan Percepatan Guru Besar. Dana DIPA Universitas Tadulako, 2021.

8. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

- Anggota Tim Pengkajian Pengembangan Energi Alternatif BBM menggunakan Tanaman Jarak Sebagai Sumber Energi Biodiesel. Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Tadulako, 2005.
- Sebagai Pemateri pada Pelatihan Penerapan Teknologi Pertanian Berkelanjutan Sebagai wujud Kemitraan Strategis Antar Pelaku Pembangunan Daerah. Bappeda Provinsi Sulawesi Tengah. Tahun 2005.
- Sebagai Instruktur Kegiatan Pelatihan Pengolahan Bubuk Cokelat dan Pembuatan Sabun dari Lemak Cokelat. Kerjasama Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Parigi Moutong dengan Fakultas Pertanian Untad, Tahun 2009.
- Anggota Tim Kajian Pengembangan Pangan Alternatif Provinsi Sulawesi Tengah, Tahun Anggaran 2009.
- Anggota Tim Pengabdian Pengembangan Potensi Masyarakat di Kawasan Tertinggal Melalui Pemberdayaan Ekonomi dan Penerapan Sistem Pertanian Lahan Kering di Kecamatan Dolo Barat Kabupaten Donggala (Multi years). Program SIBERMAS, DIKTI, 2009-2011
- Ketua Tim Pengabdian Pengolahan Sampah Rumah Tangga Di Kelurahan Tondo Palu, DIPA Untad, 2012
- Ketua Tim Pengabdian Pemberdayaan Kelompok Tani Dalam Upaya Peningkatan Produksi Kakao Melalui Penerapan Pupuk Organik Dari Limbah Kebun. DIPA Untad, 2013.
- Ketua Tim Pengabdian IPM Pemanfaatan Seresah Dan Kulit Buah Kakao Sebagai Pupuk Organik, Pengendalian Hama Penyakit, Dan Fermentasi

Dalam Meningkatkan Pendapatan Usahatani Kakao Di Kecamatan Palolo. Program IbM, DP2M, Dikti. 2015.

- Sebagai Instruktur dalam Kegiatan Pelatihan Tehnik Budidaya Tanaman Kelapa Desa Lompio Kec. Sirenja Kabupaten Donggala. Dipa LPPM Untad, 2016.
- Sebagai Instruktur dalam Kegiatan Pelatihan Fungsi Pemangkasan Dalam Budidaya Kakao Desa Ranteleda Kec. Palolo Kabupaten Sigi. Dipa LPPM Untad, 2016.
- Sebagai Instruktur dalam Pelatihan Pembuatan Dan Aplikasi Pupuk Organik Untuk Meningkatkan Produk Kakao Desa Tongoa Kec. Palolo Kabupaten Sigi. Dipa LPPM Untad, 2016..
- Sebagai Instruktur dalam Pelatihan Pembuatan Pupuk Bokasi Dari Limbah Pertanian Desa Baluase Kec Dolo Selatan Kab Sigi. Dipa Fakultas Pertanian Untad, 2017.
- Sebagai Instruktur dalam Pelatihan Teknik Pembuatan Pupuk Organik Untuk Penyediaan Pupuk Dalam Usaha Tani Di Lahan Pekarangan Balai Desa Tinggede Kecamatan Marawola Kabupaten Sigi. Dipa Fakultas Pertanian Untad, 2017.
- Ketua Tim Pengabdian IbM Pemanfaatan Biomassa di Atas Tanah Kebun Kakao Sebagai Pupuk Organik, Pengendalian Hama Penyakit, Fermentasi dan Rantai Pemasaran dalam Meningkatkan Produktivitas dan Pendapatan Usahatani Kakao di Desa Torue, Program IbM, DP2M, Dikti, 2017.
- Ketua Tim Pengabdian PKM Usahatani Kakao di Desa Siniu Kabupaten Parigi Moutong. Program PKM, DRPM, Dikti. 2019.

9. Publikasi Artikel Ilmiah pada Jurnal/Prosiding Nasional, Internasional dan Internasional Bereputasi

Jurnal :

- **Muhardi.** 2006. Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis Yang Diberi Berbagai Bahan Organik Di Lahan Kering Daerah Palu. Jurnal Agroland, Universitas Tadulako, 13(2): 140-144.
- Yohanis Tambing, **Muhardi.**, D. Arimbawa. 2010. Pertumbuhan Beberapa Varietas Pepaya (*Carica papaya* L.) Pada Berbagai Jenis Pupuk. Agroland; Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, Vol. 17(2): 149-153.
- **Muhardi**, Maman Sutisna, Muh. Basir dan Abubakar M. Lahjie. 2012. Produksi dan Laju Dekomposisi Jatuhan Seresah Pada Berbagai Tipe Lahan Di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu. Jurnal Ilmuan dan Praktisi Kehutanan "ForestSains", 9 (2) : 126-135.
- **Muhardi**, Maman Sutisna, Muh. Basir dan Abubakar M. Lahjie. 2012. Perubahan Persediaan Hara Dan Karbon Akibat Konversi Hutan Alam Menjadi Lahan Perkebunan Di Sekitar Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Jurnal Agroland, 19 (1) : 27-35

- Nur Alam, Rostiati, **Muhardi**, 2014. Sifat Fisik-Kimia dan Organoleptik Bawang Goreng Palu pada Berbagai Frekuensi Pemakaian Minyak Goreng. *Jurnal AgriTECH Universitas Gadjah Mada*, 34 (4) : 390-398
- Daniel Surya Krisna., Wardah., **Muhardi**. 2017. Persepsi Dan Strategi Pengelolaan HKm Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba (Studi Kasus KPHP, Sintuwu Maroso Kabupaten Poso). *Jurnal Mitra Sains*, 5(3) : 68-81.
- **Muhardi** and Effendy, 2017. Cocoa farming patterns for sustainability of Indonesia Lore Lindu National Park (LLNP). *Australian Journal of Crop Science (AJCS)*, 11(08): 917-924
- Effendy, Made Antara, Rustam Abdul Rauf, Dance Tangkesalu, Christoporus., M. Fardhal Pratama, Muhammad Basir-Cyio, Mahfudz, Zainuddin, **Muhardi**. 2018. Evaluation of Economic efficiency from smallholder cocoa investment in Indonesia A case study in Central Sulawesi Province with tropical climate. *Australian Journal of Crop Science (AJCS)*, 12(12) : 2004-2010
- Effendy, Made Antara, Dance Tangkesalu, Christoporus, M. Fardhal Pratama, Made Krisna Laksmayani, Sulmi, Muhammad Basir-Cyio, Mahfudz, Zainuddin, and **Muhardi**, 2018. Estimation and Determinant Factors of Cocoa Production Efficiency in Indonesia A Case Study of the Central Sulawesi. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 9 (6) : 1924-1932
- Effendy, Made Antara, Rustam Abdul Rauf, Dance Tangkesalu, Christoporus., M. Fardhal Pratama, Muhammad Basir-Cyio, Mahfudz, **Muhardi**, 2019. The Decision of Farmers do Fermentastion to Increase the Quality of Cocoa Beans A Case Study in Central Sulawesi. *International Journal of Supply chain Management*, 8 (3) : 790-794
- Effendy., M. Fardhal Pratama, Rustam Abdul Rauf, Made Antara, Muhammad Basir-Cyio, Mahfudz, **Muhardi**. 2019. Factors influencing the efficiency of cocoa farms : A Study to increase income in rural Indonesia. *PLoS ONE* 14(4): e0214569.h April
- **Muhardi**, Mahfudz, Christoporus, Radha Febriani Putri Kanela, Effendy. 2020. The Relationship of the agricultural sector to the level of poverty in Central Sulawesi Indonesia. *EurAsian Journal of BioSciences*, 14 (2) : 3279-3283, Agustus-Desember
- **Muhardi**, Abdul Rahim, Effendy, Made Antara, Rustam Abdul Rauf, Arifuddin Lamusa, Christoporus, Hadayani, Dian Safitri, and Jangkung Handoyo Mulyo, 2020. Sustainability of cocoa production in Indonesia. *Australian Journal of Crop Science (AJCS)*, 14(06): 997-1003
- Rahim, A., Safitri Dombus, Syahraeni Kadir, **Muhardi**, Syamsuddin Laude, Jusman Aditya, Steivie Karouw, 2020. Physical, Physicochemical, Mechanical, and Sensory Properties of Bioplastics from Phosphate Acetylated Arenga Starches. *Polish Journal of Food Science and Nutrition*, 70(3) : 223–231
- Effendy, Max Nur Alam, Zainuddin, Made Antara, **Muhardi**, Ambo Abdul Kadir Pakanyamong. 2020. Cost-benefit analysis of cocoa agroindustry micro, small and medium enterprises. *EurAsian Journal of BioSciences*, 14 : 4555-4558

- **Muhardi.** 2020. The Use Of Waste Sulfur Of Gas Mining Result As Fertilizer For Shallot Plants Of Lembah Palu Variety. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, International Knowledge Press, 21 (63&64) :91-98
- Chritoporus, Effendy, I Wayan Dikky Armayadi, **Muhardi**, Engelin Kezia Selvi Surentu. 2020. Factors affected farmer exchange rate and their relationship to life expectancy in Central Sulawesi. *EurAsian Journal of BioSciences*, 14 : 6245-6248
- Rustam Abdul Rauf, Dian Safitri, Christoporus, Effendy, **Muhardi.** 2020. Short-Term Forecasting Model of Animal Food Commodities in Central Sulawesi. *International Journal of Agriculture System (IJAS)*, 8 (1) : 17-25
- **Muhardi.** 2020. Waste treatment used as organic fertilizer in Palu city, Indonesia and its effects on several types of plants. *International Journal of Botany Studies*, Gupta Publications, Volume 5; Issue 6: 300-304
- Mas'ud, H., **Muhardi.**, N. Aini. 2020. Pertumbuhan Dan Hasil Dua Varietas Cabai Keriting Yang Berbeda Pada Media Tanam Bokashi. *Jurnal Agrotekbis*, Vol. 8 (1): 146-153.
- **Muhardi**, 2020. Community Response To The Implementation Of The Acceleration Program Of Food Consumption Diversification In Central Sulawesi. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 5(6) : 26-33
- Rauf, R.A., Saputra, M.D., Effendy, **Muhardi.** 2021. The Role Of Women Farmers In Lowland Rice Production In Parigi Moutong Regency Of Central Sulawesi. *Jurnal WSEAS Transactions on Business and Economics*, 18 (66) : 671-678.
- Syahrudin Hattab, Daswati, Effendy, Made Antara, Nuhfil Hanani, Dwi Putra Darmawan, Muhammad Basir-Cyio, Mahfudz, and **Muhardi.** 2021. The role of smallholder human resources on the performance of the supply chain of cocoa beans in Central Sulawesi Indonesia : A structural equation modeling analysis. *Jurnal Songklanakarin J. Sci. Tech.* 43 (3) : 847-854
- **Muhardi**; Effendy. 2021. Technical Efficiency And The Factors That Affect It In Rice Production In Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*; ISSN(P): 2304-1455/ ISSN(E): 2224-4433; Vol. 11 (3) : 230-235.
- Effendy, Antara, M., **Muhardi**, Pellokila, M.R., Mulyo, J.H. 2021. Identification of Factors Affecting Decisions to Adopt Pesticides at Lowland Rice Farms in Indonesia. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 16 (6) : 717–723.
- **Muhardi**, 2022. Growth Characteristics Of Shallot var. Tinombo Following Application of Potassium Fertilizer And Manure. *Jurnal Rev. Caatinga*, Mossoró, 35 (1) : 44 – 52.
- Effendy, Antara, M., **Muhardi**, Pellokila, M.R., Mulyo, J.H. 2022. Effect of Socio-Economic on Farmers' Decisions in Using Lowland Rice Production Inputs in Indonesia. *International Journal of Sustainable Development and Planning*: 17(1), pp. 235–242

Prosiding :

- Pengaruh Berbagai Jumlah Ruas dan Dosis ZPT Terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.). Seminar Nasional Perbenihan. Universitas Tadulako Palu, ISBN:979-3701-48-X, halaman 277-285. 2006. (Penulis utama)
- Improvement Production on Shallot Lembah Palu Varieties Production with ISFM Technology. International Seminar On The Asean Economic Community. School of Postgraduate Studies Tadulako University. ISBN:978-602-8824-62-0; p : 129-137. 2015. (Penulis anggota)
- Pemanfaatan Jatuh Seresah Dari Berbagai Agroekosistem Lahan Untuk Memperbaiki Kesuburan Tanah Perkebunan Kakao Rakyat Di Sekitar Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian VI 2016 Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. ISSN : 2442-7314., hal : 326-330. (Penulis utama)
- Potensi Biomassa Pada Berbagai Agroekosistem Lahan Berbasis Kakao Di Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Seminar Nasional Pertanian Ke VI & Loknas Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian (FKPTPI) Tahun 2019. Universitas Nusa Cendana, Kupang. ISBN : 978-602-6478-58-0; Hal : 340-350. (Penulis utama)
- Kemampuan Adaptasi Beberapa Jenis Ubi Banggai (*Dioscorea spp.*) di Lahan Kering Lembah Palu untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Sulawesi Tengah. Seminar Dan Lokakarya Nasional Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI). Universitas Padjadjaran Bandung. ISBN: 978-602-51142-1-2; Hal. : 27-33, 2019. (Penulis utama)
- Application of local seaweed extracts to increase the growth and yield eggplant (*Solanum melongena* L.). Proc. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / ISSN: 1755-1315; Vol. 681/012019; Edisi Maret 2021; (Penulis anggota)
- Physicochemical properties of phosphate butyrate arenga starches from dual modifications. Proc. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / ISSN: 1755-1315; Vol. 681/012043; Edisi Maret 2021. (Penulis anggota)
- The use of litterfall from various land agroecosystems to increase the fertility of the land of community cocoa plantations. Proc. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / ISSN: 1755-1315; Vol. 681/012046; Edisi Maret 2021. (Penulis utama)
- Production risk and income risk analysis of rice farming. Proc. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / ISSN: 1755-1315; Vol. 681/012102; Edisi Maret 2021. (Penulis anggota)

10. Kegiatan Pertemuan Ilmiah/Workshop Regional, Nasional dan Internasional

- Pemakalah pada Seminar Hari Pangan Sedunia. *Potensi Sumberdaya Lokal dalam Penganekaragaman Pangan di Provinsi Sulawesi Tengah*. BPTP Sulawesi Tengah, Tanggal 6 Oktober 2009.

- Pemakalah pada Seminar Hasil Penelitian Strategis Nasional. *Pemanfaatan Semut Dolichoderus thoracicus (Smith) dan Cendawan Beauveria bassiana Bals. (Vuill) Untuk Mengendalikan Penggerek Buah Kakao Pada Ekosistem Pertanaman Kakao di Kabupaten Sigi* . DP2M, Ditjen Dikti Kemdiknas Jakarta, 25-26 Juli 2011.
- Sebagai Narasumber dalam kegiatan Workshop Kajian Dampak Sosial Ekonomi Program Gerakan Nasional Kakao di Provinsi Sulawesi Tengah. *Kajian Dampak Teknik Pelaksanaan Gernas Kakao Sulawesi Tengah*. Tanggal 21 September 2011, di Palu, Sulawesi Tengah
- Pemakalah dalam Lokakarya Nasional II Jejaring Sains dan Teknologi Perubahan Iklim. *Program Penanganan dan Hasil-hasil penelitian perubahan iklim di Universitas Tadulako*. Dewan Nasional Perubahan Iklim (DNPI). Tanggal 16 s/d 17 Nopember 2011, di Jakarta
- Pemakalah dalam Workshop Fasilitasi Penguatan Kelembagaan Di Daerah Tertinggal. *Potensi dan Pengembangan Komoditi Pangan dan Perkebunan Sulawesi Tengah*. Kerjasama Universitas Tadulako dengan Kementerian Pembangunan Daerah Tertinggal R.I., Tanggal 5 s/d 6 Juni 2012, Di Palu, Sulawesi Tengah.
- Pemakalah pada Seminar dalam rangka hari lingkungan hidup sedunia. *Pemanfaatan Sampah Kota Palu Untuk Produksi Pupuk Organik*. Auditorium Walikota Palu, 14 Juni 2012.
- Pemakalah dalam Seminar dan Lokakarya Nasional Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI) Wilayah Timur. *Respon Masyarakat Terhadap Implementasi Program Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Di Sulawesi Tengah*. Tanggal 22-23 Mei 2014, Di Palu, Sulawesi Tengah
- Pemakalah dalam International Symposium “Smart Agriculture in The Face of Climate Change”. *Biomass Potency, Production and Decomposition Rate of Litterfall Under Various Cacao-Based Agroecosystem In The Margin Area of The Lore Lindu National Park*. August 20th-21st, 2015 Tadulako University, Palu, Indonesia.
- Pemakalah dalam Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian VI 2016 Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. *Pemanfaatan jatuhan seresah dari berbagai agroekosistem lahan untuk memperbaiki kesuburan tanah perkebunan kakao rakyat di sekitar kawasan taman nasional Lore Lindu*. Tanggal 24 September 2016, Yogyakarta.
- Peserta pada kegiatan Kick-off meeting of the Erasmus+ KA2-Project SIMPLE; Project activities and discussions Erasmus Mundus Action2 Project ALFABET and bilateral cooperation among Tadulako University and Czech University of Life Science Prague. Tanggal 22-25 Oktober di Praha, Ceko.
- Pemakalah dalam Seminar Hasil Program Riset Dasar Tahun 2017, Direkrorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti. *Potensi biomassa, produksi dan laju dekomposisi jatuhan seresah pada berbagai agroekosistem lahan berbasis*

kakao di sekitar kawasan taman nasional lore lindu. Tanggal 16-17 Maret 2017 di Makassar.

- Pemakalah dalam Seminar Nasional Hasil Program Pengabdian Kepada Masyarakat Mono Tahun 2017, Diselenggarakan Oleh DRPM, Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti. *I_bM Pemanfaatan Biomassa di Atas Tanah Kebun Kakao Sebagai Pupuk Organik, Pengendalian Hama Penyakit, Fermentasi dan Rantai Pemasaran dalam Meningkatkan Produktivitas dan Pendapatan Usahatani Kakao di Desa Torue*. Tanggal 12 Pebruari 2018, di Makassar
- Pemakalah Seminar dan Lokakarya Nasional FKPTPI Wilayah Timur Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri (BKS-PTN) Wilayah Timur Tahun 2019. *Potensi Biomassa Berbagai Agroekosistem Lahan Berbasis Kakao Di Kawasan Taman Nasional Lore Lindu*. Tanggal 7-8 Agustus 2019, di Kupang
- Pemakalah dan peserta Seminar dan Lokakarya Nasional FKPTPI, 2019 dengan tema “Peran Perguruan Tinggi Pertanian dalam Menghasilkan Sumberdaya Manusia di Era Revolusi Industri 4.0”. *Kemampuan Adaptasi Beberapa Jenis Ubi Banggai (*Dioscorea spp.*) Di Lahan Kering Lembah Palu untuk Mendukung Ketahanan Pangan Di Sulawesi Tengah*. Tanggal 23-24 September 2019, di Bandung.
- Pemakalah pada the 1st International Conference on Political Ecology of Food Security 2019. *The use of litterfall from various land agroecosystems to increase the fertility of the land of community cocoa plantations around the lore lindu national park area*. October 21st, 2019, Makassar.
- Peserta Workshop dan Seminar Nasional Pencegahan Pencurian Sumberdaya Hayati (Biopiracy) Indonesia. Kemenko Kemaritiman R.I., Sheraton Bandara, Tangerang, 28-29 Oktober 2019.
- Pemakalah penunjang pada Kegiatan Seminar Nasional Daring. *Pemanfaatan Sulfur Limbah Hasil Tambang Gas Sebagai Pupuk Pada Tanaman Bawang Merah Varietas Lembah Palu*. Program Pascasarjana Universitas Tadulako, tanggal 05 September 2020, di Palu - Sulawesi Tengah.
- Narasumber dalam Dialog dan Strategi Implementasi Hasil Perundingan Perubahan Iklim Wilayah Sulawesi Tengah. *Kiprah Universitas Tadulako dalam Program Pengendalian Perubahan Iklim*. Ditjen Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Hotel Sutan Raja, Palu, 9 April 2021.
- Advisory board and Scientific committe in the 2nd International Conference on Political Ecology of Food Security 2022, theme : Sustaining Food Security in the Changing Climate, 19-21 May 2022, Lombok.

11. Keterlibatan pada Kegiatan Instansi Luar Kampus

- Tenaga ahli Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Donggala, Tahun 2003-2004
- Tenaga Pembina Laboratorium Kultur Jaringan Pada Balai Informasi dan Penyuluhan Pertanian (BIPP) Kabupaten Donggala Tahun 2003-2006
- Tim Pemantau Independen Ujian Nasional Tahun Pelajaran 2006/2007 Sekolah/Madrasah Se Sulawesi Tengah. BSNP Sulawesi Tengah.
- Anggota Tim Percepatan Diversifikasi Pangan Provinsi Sulawesi Tengah, Tahun 2006.

- Tenaga Supervisi Proyek Pembinaan Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perkebunan pada Sub Dinas Pengolahan dan Pemasaran Hasil, Dinas Pertanian, Perkebunan dan Peternakan Provinsi Sulawesi Tengah, Tahun 2007-2008.
- Tenaga Pendamping pada Kegiatan Pengembangan Sumber Pangan Alternatif Di Sulawesi Tengah. Badan Ketahanan Pangan Daerah Provinsi Sulawesi Tengah, Tahun 2009.
- Sekretaris Tim Koordinasi Diversifikasi Pangan Provinsi Sulawesi Tengah, Tahun 2009.
- Tim Pelaksana Kegiatan Gerakan Peningkatan Produksi dan Mutu Kakao Nasional (Gernas Kakao) pada Satker Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Tengah Tahun Anggaran 2009.

12. Organisasi Profesi

- Anggota Penasehat Pengurus Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI) Cabang Sulawesi Tengah (2019-2023)
- Anggota Dewan Pembina Dewan Pimpinan Wilayah Asosiasi Petani Kelapa Sawit Indonesia (DPW-APKASINDO) Sulawesi Tengah, 2020-2025.
- Ketua Bidang Pertanian dan Perkebunan, Pengurus Wilayah Persatuan Insinyur Indonesia (PW-PII) Provinsi Sulawesi Tengah (2019-2023)
- Koordinator Devisi Buah dan Sayuran, Pengurus Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI) Komisariat Daerah Sulawesi Tengah (2017-2022)
- Ketua Bidang Kajian Kebijakan dan Sertifikasi Pengurus Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI) Komisariat Daerah Sulawesi Tengah (2020-2023)
- Koordinator Poknat Bidang Kehutanan dan Perkebunan Dewan Pengurus Wilayah Masyarakat Standardisasi Indonesia (DPW-Mastan) Provinsi Sulawesi Tengah (2012-2017).

13. Penghargaan Yang Pernah Diterima

- Piagam Tanda Kehormatan Satyalencana Karya Satya XX Tahun dari Presiden R.I., 2017
- Piagam Tanda Kehormatan Satyalencana Karya Satya XXX Tahun dari Presiden R.I., 2020

Palu, Agustus 2022

Prof. Dr. Ir. Muhardi, MSi.,IPM.,ASEAN Eng.
NIP. 19640601 198903 1 003