

Yang terhormat Bapak Rektor Universitas Tadulako,

Yang saya hormati:

- Ketua dan Anggota Senat Universitas Tadulako
- Ketua dan Anggota Dewan Pertimbangan Universitas Tadulako.
- Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Tadulako
- Para Pimpinan di tingkat Universitas, Program Pasca Sarjana, Fakultas, Lembaga, Biro, UPT, Jurusan, serta Program Studi di lingkungan Universitas Tadulako.
- Gubernur Sulawesi Tengah / Dewan Penyantun Universitas Tadulako.
- Segenap Unsur Pimpinan Daerah Sulawesi Tengah.
- Rekan Sejawat dan Seprofesi: Dosen dan Tenaga kependidikan, serta Mahasiswa Universitas Tadulako.
- Segenap Tamu Undangan, Wartawan, Sanak Keluarga, Handai Taulan dan Hadirin yang berbahagia.

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh dan Salam Sejahtera Bagi Kita Semua

Pada kesempatan yang berbahagia ini, saya memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. Atas berkat, rahmat dan izin-Nya kita dapat hadir untuk acara pengukuhan ini dalam keadaan sehat wal afiat.

Para hadirin yang saya muliakan, perkenankan saya menyampaikan pidato pengukuhan saya sebagai **Guru Besar Tetap Bidang Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan**. Dengan judul:

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PROBIOTIK UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TANAH TROPIKA GUNA MENUNJANG KETAHANAN PANGAN NASIONAL

Hadirin yang terhormat,

PENDAHULUAN

Tanah atau dalam konteks hamparan disebut sebagai *lahan*, memiliki peranan yang amat penting dalam mendukung kehidupan dan penghidupan manusia. Sebagai sumber daya alam yang tidak terbarukan, genesis tanah dipengaruhi oleh kombinasi faktor-faktor pembentuk tanah seperti batuan induk, relief, organisme, iklim dan waktu

geologi (Goenadi, 2006). Perbedaan intensitas faktor-faktor tersebut pada berbagai tempat yang berbeda mengakibatkan adanya variasi sifat dan ciri tanah yang besar pada tempat-tempat tersebut (Foth, 2015). Sifat dan ciri tanah inilah yang selanjutnya mempengaruhi daya dukung (*carrying capacity*) lahan tersebut. Dalam konteks ilmu pertanian, tanah sebagai produk proses geologi dibatasi oleh ketebalan sekitar dua meter atau kurang terletak di atas batuan induk. Sebagai produk proses geologi, terjadinya kerusakan pada tanah akan memerlukan waktu yang sangat lama untuk memperbaikinya ke tingkat semula apalagi ketinggian yang lebih baik. Munculnya istilah lahan kritis tampaknya lebih banyak disebabkan oleh kelalaian atau keabaian manusia dalam mempertahankan produktivitasnya.

Indonesia sebagai wilayah tropika basah, kombinasi curah hujan dan suhu rata-rata yang tinggi dengan batuan induk yang umumnya bersifat masam menghasilkan jenis-jenis tanah dengan karakter spesifik. Keadaan tersebut sangat kondusif untuk berlangsungnya proses pelapukan secara intensif. Pelapukan yang intensif ini menghasilkan tanah-tanah yang bersifat masam, yang didominasi oleh mineral liat yang beraktivitas rendah, bahan organik rendah, potensi keracunan aluminium yang tinggi, defisiensi posfat dan hara makro lainya serta kemungkinan terjadinya keracunan unsur hara mikro (Tan, 1997; Goenadi, 2006 ; Thaha, 2015; Thaha et al. 2021).

Salah satu aspek yang paling kritis dalam penggunaan dan pengelolaan lahan yang memiliki sifat dan ciri seperti diuraikan di atas adalah bagaimana meningkatkan kapasitas tanah dalam menghasilkan tanaman sebagai sumber bahan makanan serat dan kayu. Yang dimaksud kapasitas tanah tidak lain adalah produktivitas tanah yang merupakan fungsi dari semua faktor tumbuh tanaman diantaranya adalah cahaya matahari, temperature, air, udara, tunjangan mekanik, dan unsur hara essensial. Cahaya matahari, temperature, air dan udara adalah merupakan fungsi dari faktor iklim dimana manusia memiliki keterbatasan dalam mengendalikan faktor-faktor tersebut. Air dapat ditingkatkan ketersediaannya bagi tanaman melalui irigasi, tetapi luas lahan yang dapat memperoleh pasilitas irigasi jauh lebih kecil dibandingkan dengan luas lahan yang tidak beririgasi. Salah satu faktor tumbuh yang paling banyak dikendalikan oleh manusia adalah unsur hara essensial melalui pemupukan (Thaha et al., 2014)

Sejalan dengan dogma revolusi hijau, upaya meningkatkan kesuburan dan produktivitas lahan melalui penggunaan pupuk kimia sintetis untuk memperoleh hasil panen yang tinggi telah menimbulkan masalah ketidak efisienan dalam hal penggunaan pupuk dan adanya dampak buruk terhadap lingkungan sebagai akibat dari rendahnya daya dukung tanah. Keadaan ini diperburuk oleh pengelolaan sisa-sisa tanaman yang buruk pula setelah panen (Thaha *et al.*, 2018; Thaha *et al.*, 2019). Akibatnya, sebagian besar hara dari pupuk akan larut dalam air dan masuk ke dalam system lingkungan sekitarnya. Tahun 1990, Tanaka telah melaporkan bahwa kehilangan hara total ke lingkungan dalam suatu system pertanian di Jepang dapat mencapai 71%, 33% dan 52% masing-masing dalam bentuk N, P₂O₅ dan K₂O. Kenyataan seperti inilah yang dituduhkan oleh para pencinta lingkungan sebagai dampak negative dari Revolusi hijau terhadap kelestarian lingkungan.

Hadirin Yang Terhormat

Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian harus diarahkan dan dikembangkan untuk tetap mengacu pada tingkat produktivitas yang ekonomis dengan kualitas yang tetap terjaga, tetapi dengan penekanan yang lebih besar pada aspek kelestarian lingkungan. Situasi ini sebenarnya telah dimulai sejak puluhan tahun yang lalu dimulai dengan laporan temuan di bidang bioteknologi khususnya dalam aspek mikrobiologi terapan yang telah membawa wawasan baru untuk menciptakan teknologi yang ramah lingkungan (Goenadi, 1997). Agar dapat tetap mencapai tingkat produksi tanaman secara ekonomi dan tingkat pencemaran lingkungan yang relative rendah, maka teknologi pro-biotik dikembangkan sebagai kombinasi dari teknologi konvensional berbasis kimia yang terkendali dengan teknologi tradisional berbasis organik (Goenadi, 1997; Thaha, 2015; Thaha *et al.*, 2018). Rendahnya tingkat produksi pada teknologi organik ditingkatkan dengan aplikasi pupuk kimia sintetis secara terkendali. Di sisi lain, rendahnya efisiensi pupuk kimia sintetis ditingkatkan melalui peningkatan daya dukung tanah akibat bertambahnya kandungan humus tanah sehingga pencemaran bahan kimia pertanian sekaligus dapat dikendalikan.

Hadirin yang saya hormati,

TANAH SEBAGAI SUMBER KEHIDUPAN

Tanah sering didefinisikan sebagai sebuah tubuh alami (*natural body*) dimana bahan mineral, bahan organik, air dan udara sebagai penyusun utamanya, bersifat dinamis akibat adanya aktivitas biologis (fauna dan flora) termasuk mikroba dan reaksi fisiko-kimia yang sangat dipengaruhi oleh suhu dan air. Merupakan tempat berjangkarnya akar tanaman sehingga mampu tumbuh tegak dan berkembang. Di dalam tanah pula sebuah kerajaan dunia mikro yang kompleks dapat ditemukan. Aktivitas akar tanaman baik secara fisik maupun secara kimia mampu mengubah batuan induk menjadi bahan induk (Picard *et al.*, 2008; Mahmud *et al.*, 20210). Dengan bantuan air dan oksigen, proses fisiko-kimia berlangsung, misalnya transformasi partikel batuan menjadi partikel penyusun tanah seperti pasir (0,05-2,0 mm), debu (0,05-0,002 mm) dan liat (< 0,002 mm). Partikel-partikel ini kemudian diikat oleh senyawa organik (terutama polysakarida) atau kation logam dan/atau hasil aktivitas mikroba tanah membentuk agregat primer dan sekunder. Agregasi tanah ini memungkinkan terbentuknya pori-pori tanah yang berfungsi sebagai saluran air dan udara dalam tanah (Lynch dan Braggs, 1985).

Transformasi partikel tanah pada bagian lain akan memutuskan ikatan-ikatan senyawa primer dan melepaskan unsur-unsur penyusunnya ke dalam larutan tanah untuk seterusnya mengalami resintesis membentuk senyawa baru yang lebih resisten terhadap pelapukan. Dari proses ini pula pelepasan unsur hara berlangsung dan menjadi sumber nutrisi bagi seluruh kehidupan di dalam dan/atau dipermukaan tanah. Unsur hara utama yang dilepaskan adalah kation-kation basa (Ca, Mg, K dan Na) dan fosfat (P). Di wilayah tropis seperti Indonesia dengan curah hujan dan suhu yang tinggi, menyebabkan proses pelapukan berlangsung sangat intensif yang mengakibatkan kehilangan unsur hara melalui pencuci air hujan dapat terjadi secara signifikan (Irvin *et al.* 2011; Mahmud *et al.*, 2021). Aktivitas mikroba dalam suatu profil tanah sangat ditentukan oleh ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi dan unsur hara anorganik. Disamping itu, aktivitas mikroba tanah juga ditentukan oleh sifat fisik dan kimia tanah, namun diantara faktor-faktor tersebut, struktur tanah merupakan faktor yang paling erat hubungannya dengan aktivitas mikroba tanah (Mahapatra, Satapathy dan Panda, 2022). Struktur terkecil partikel tanah dibentuk oleh hifa fungi, polisakarida, dan asam-asam organik yang berfungsi sebagai bahan pengikat partikel liat (Tan, 1986). Sistem ikatan ini menentukan

stabilitas agregat tanah dan selanjutnya akan mempengaruhi daya tahan tanah terhadap erosi. Ikatan yang kuat ini akan menghasilkan agregat yang mantap, sehingga tahan terhadap pukulan air hujan dan limpasan aliran permukaan. Dengan demikian, tanah yang lebih tahan terhadap erosi akan memiliki tingkat penurunan kesuburan yang lebih lambat (Tan, 1986; Goenadi, 2006)

Hadirim yang Terhormat,

Implementasi dan Dampak Revolusi Hijau

Ernest Borlaugh dari Amerika Serikat merupakan pencetus konsep revolusi hijau memulainya sebagai suatu terobosan untuk memacu produksi gandum di Mexico melalui pengembangan varietas baru pada tahun 1940 yang kemudian melalui kerja besar bersama timnya menghasilkan sebuah revolusi di sector pertanian yang dikenal dengan ***Revolusi Hijau*** pada awal tahun 1950-an. Mitos utama dalam konsep ini adalah bahwa benih-benih ajaib yang dihasilkan meningkatkan produksi bahan makanan pokok sehingga menjadi kunci utama dalam mengahiri masalah kelaparan penduduk dunia. Hasilnya dipetik dua puluh tahun kemudian, tidak hanya di Mexico, tetapi juga di India, Pakistan diikuti oleh China dan bahkan menyebar ke seluruh dunia. Konsep ini mencakup penggunaan varietas unggul baru, pengaturan irigasi, penggunaan pupuk kimia sintetik, pengendalian hama dan penyakit dengan pestisida/fungisida dan penerapan mekanisasi pertanian. Oleh karena keberhasilannya yang mendunia, Dr. Norman Ernest Borlaugh memperoleh hadiah Nobel Perdamaian pada tahun 1970.

Konsep ini dilandasi oleh suatu situasi yang dikendalikan oleh cara berfikir penganut Tomas Robert Maltus, dimana antisipasi terhadap kebutuhan pangan akibat lonjakan populasi penduduk dunia mendorong para ilmuwan mencari jalan keluar untuk menciptakan teknologi guna meningkatkan produktivitas lahan pertanian. Melalui teknologi ini diharapkan dunia akan cukup menyediakan pangan dan penduduk dunia terhindar dari kemungkinan terjadinya kelaparan. Namun dalam perkembangannya, paling sedikit empat hal yang tidak diperhitungkan oleh pencetus konsep ini diantaranya adalah terjadinya lonjakan harga bahan bakar minyak, bahan kimia, terciptanya ketergantungan petani akan produk-produk tersebut serta rendahnya daya dukung lahan khususnya di daerah tropis seperti Indonesia (Goenadi, 2006; Thaha, 2015). Akibatnya,

tidak saja masalah tekno-ekonomi dipersoalkan, tetapi juga masalah ekologi/lingkungan, kesehatan makanan dan keamanan pangan. Fakta bahwa varietas baru dengan potensi produksi genetic yang tinggi, produktivitas bisa ditingkatkan secara nyata tidak dapat dipungkiri, sehingga melahirkan konsep *intensifikasi*. Di lahan yang lebih sempit, tetapi intensip pengelolaannya, akan diperoleh hasil yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Dalam pelaksanaannya kemudian, timbul anggapan/persepsi bahwa kenaikan produktivitas tanaman adalah secara linear mengikuti jumlah pupuk kimia yang ditambahkan. Pemikiran ini secara tegas mengabaikan kapasitas daya dukung tanah, sehingga ketika daya tampungnya terlewati, maka persoalan polusi lingkungan muncul dan inefisiensi usaha tani terjadi.

Hadirin yang terhormat

Teknologi Pro-biotik

Istilah pro-biotik pertama kali digunakan di bidang industry pertanian. Dalam perkembangan lebih lanjut, istilah ini digunakan dalam bidang pengelolaan limbah industry pemberishan lingkungan di negara-negara maju. Dengan ditemukannya mikroba yang dapat mendegradasi senyawa beracun, istilah *bioremediasi* menjadi populer dalam pengelolaan limbah industry. Selanjutnya muncul istilah *bioremediasi pro-biotik* yang dapat didefinisikan sebagai penggunaan senyawa dan kompleks organic yang bermanfaat bersama-sama dengan mikroorganisme dan factor-faktor lingkungan yang mendukung (Anonim, 1997).

Sesungguhnya seara tradisional, teknologi pro-biotik sudah sejak lama dikenal oleh Sebagian besar masyarakat Indonesia, khususnya yang bergerak dibidang pengelolaan hasil pertanian misalnya proses pembuatan tempe dan tape. Dengan semakin berkembangnya ilmu dan teknologi di bidang biologi, teknologi konvensional di bidang pertanian, peternakan, kedokteran dan industry diwarnai oleh manipulasi agensia biologi melalui penerapan teknik modern yang dicirikan oleh (i) tampak sederhana walaupun sebenarnya rumit, dan (ii) bersifat terkendali . Kedua hal tersebut penting sebagai jaminan bagi produk pro-biotik untuk dapat diterima oleh pasar dan layak untuk diproduksi oleh pihak industry (Dutta dan Bora, 2019; Hanafi et al., 2022; Hossain et al., 2017).

Dalam bidang pertanian, penggunaan teknologi ini dimulai setelah banyak bukti yang menunjukkan adanya dampak negatif akibat penggunaan bahan agrokimia untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian dan/atau potensi akumulasi senyawa karsinogenik dalam produk tanaman yang dikonsumsi oleh manusia. Masalah yang diakibatkan oleh system pertanian berbasis bahan kimia buatan ini berlawanan dengan yang ditawarkan oleh system pertanian organik. Berdasarkan fakta yang ada, produktivitas tanaman yang diperoleh dari system organik hampir selamanya lebih rendah dari system pertanian konvensional. Selain itu, insentif ekonomis yang diberikan oleh konsumen terhadap produk organik hingga saat ini belum memadai. Meskipun telah didirikan organisasi Masyarakat Pertanian Organik Indonesia (Maporina) perlu dicermati sebagai salah satu upaya dari kesadaran untuk memberikan nilai lebih bagi produk-produk organik.

Dengan banyaknya kasus tentang eksekusi penerapan teknologi kimia seperti residu logam berat, bahan aktif pestisida, pencemaran air tanah dan bahkan kematian petani akibat keracunan pestisida, maka tuntutan terhadap kehadiran teknologi yang dapat menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi, sehat dan ramah lingkungan semakin kuat. Aspek penelitian yang memperoleh banyak perhatian hingga saat ini adalah pemanfaatan mikroba untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan ternak (Yanhui et al., 2015; Thaha et al., 2020; Zheng et al., 2022). Beberapa hasil penelitian telah dihasilkan namun belum diproduksi secara massal, diantaranya adalah i) **Biopestisida:** Dikembangkan dengan sasaran untuk mendukung pengendalian hama dan penyakit terpadu. Contoh: NPV (*Nuclear Polyhidrosis Virus*) untuk *spodoptra* pada kedelai, strain Bt untuk penggerek batang jagung, penggerek polong kedelai dan penggerek buah kakao, fungi *Hirsutella citriformi* untuk hama batang kakao, *Beauveria bassiana* untuk *Helopeltis antonii* pada buah kakao, kopi, dan teh, dan *Trichoderma* untuk melindungi buah kakao dari penyakit busuk buah (Onwe et al., 2022). ii) **Biofertilizer:** Produk pro-biotik ini dikembangkan dengan sasaran untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia. Contoh adalah Mikroba penambat N (*Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azola*, *Azotobacter*), bakteri pelarut fosfat, mikoriza dan bakteri penghasil asam sulfat (*Thiobasillus*). iii) (Astuti et al., 2020; Bahruddin et al., 2019). (**Biokonversi:** Yang dimaksud biokonversi dalam tulisan ini menyangkut biodekomposisi dan bioaktivasi. Berbeda dengan *pengomposan*

konvensional, teknologi pengomposan yang baru atau disebut *biokonversi aerobik*, mengendalikan proses biodekomposisi tersebut melalui penggunaan bioaktivator (biodekomposer) dan manipulasi ukuran partikel bahan baku. Dengan teknologi pengomposan bioaktif, proses produksi kompos dapat dilaksanakan selama 14 hari dengan mutu kompos memenuhi syarat sebagai pupuk organik. Contoh bioaktivator adalah *Trichoderma* untuk pelapuk Jerami, kulit buah kakao dan tandan kosong kelapa sawit (Thaha *et al.*, 2020), dan untuk meningkatkan daya cerna pakan ternak, serat atau karbohidrat dan protein, serta produksi enzim. iv) **Peternakan/Perikanan:** Manipulasi mikroba dalam perut ternak untuk meningkatkan efisiensi pakan dan (El-Jeni, *et al.*, 2021; El-Saadony *et al.*, 2021s

Hadirin yang terhormat

Perpaduan Teknologi yang Saling Menguatkan

Pengembangan pertanian khususnya pangan memerlukan disiplin yang tinggi guna menekan tingkat penurunan kapasitas daya dukung tanah terhadap produktivitas tanaman. Pertanian organik tradisional perlu dikembangkan melalui konsep pertanian pro-biotik yang lebih modern, suatu produk yang dihasilkan melalui proses biokonversi aerobik (Goenadi, 1997) dan produk biopestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman (Sadeghi *et al.* 2022) pada satu sisi dan pada sisi lain pertanian konvensional dengan pupuk kimia sintetiknya dapat digunakan bersama-sama menjadi satu kesatuan teknologi yang saling menguatkan. Kekurangan teknologi organik dapat diperbaiki atau disempurnakan dengan penggunaan teknologi konvensional melalui penambahan pupuk kimia sintetik secara terbatas untuk mensubsitisi kekurangan yang dapat disuplai melalui pupuk organik. Rendahnya efisiensi pupuk kimia sintetis dalam system pertanian konvensional dapat ditingkatkan melalui penggunaan pupuk organik (biofertilizer). Penggunaan pupuk organik selain sebagai sumber hara tanaman dan sumber energi bagi mikroba yang bersifat heterotropik, juga menghasilkan *humus*. *Humus* merupakan senyawa kompleks yang terbentuk melalui proses resintesis pada fase akhir dekomposisi bahan organik dengan berat molekul relative tinggi, berwarna kuning hingga coklat atau kehitaman, dan resisten terhadap pelapukan. Tersusun oleh tiga komponen utama yakni asam humat, asam fulvik dan humin, memiliki muatan listrik

negative pada permukaannya ($\text{pH} > 4$) yang berasal dari ionisasi gugus fungsional (karboksilat, phenol, dan amine) sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam meretensi kation (Tan, 1997; Schnitzer, 1997 ; Hayes dan Himes, 1997) yang sekaligus juga berarti meningkatkan daya dukung tanah. Pada pH tanah yang sangat rendah (pH tanah < 3), permukaan humus berubah muatan menjadi positif sehingga meningkatkan kapasitas tukar anion tanah. Hal ini kecil kemungkinannya terjadi pada tanah-tanah mineral karena penambahan pupuk organik pada saat yang hampir bersamaan akan meningkatkan pH tanah. Dalam hal ini asam-asam organik yang terbentuk akan membentuk kompleks dengan logam (metal coordination compound), dimana ion logam akan bertindak sebagai penerima pasangan electron (electron pair acceptor), sedangkan ligan adalah pemberi pasangan electron (electron pair donor). Selanjutnya ion logam bertindak sebagai ion pusat, sedangkan asam-asam organik dikoordinasikan disekelilingnya. Akibatnya reaksi hidrolisis logam, khusus Al yang merupakan penghasil utama ion H yang menyebabkan tanah bereaksi masam dapat dikendalikan yang menyebabkan pH tanah meningkat ke arah kisaran yang lebih baik.

Penutup

Ketergantungan petani pada input agrokimia sintetis telah banyak terbukti menjadi bomerang dalam pembangunan pertanian berkelanjutan, namun pada kenyataannya teknologi konvensional yang berbasis bahan agrokimia sintetis ini masih menjadi pilihan utama petani di Indonesia. Alternatif teknologi yang telah tersedia sudah banyak, tetapi belum banyak dimanfaatkan dalam mendukung tujuan tersebut. Penerapan sistem pertanian berkelanjutan tidak dapat sepenuhnya digantungkan pada sistem pertanian organik selama insentif ekonomis dari para konsumen masih belum memadai, laju pertumbuhan penduduk masih tinggi dan konversi lahan pertanian ke penggunaan lain belum terkendali. Untuk memecahkan persoalan rendahnya produktivitas lahan pertanian di Indonesia dan mengurangi ketergantungan petani terhadap produk kimia sintetis, pendekatan pro-biotik yang merupakan kombinasi teknologi konvensional berbasis bahan kimia sintetis dengan pertanian organik adalah merupakan jalan tengah. Melalui penerapan teknologi ini, dilemma tingkat produksi yang ekonomis dan praktek usaha tani yang ramah lingkungan dapat diatasi.

Ucapan Terima Kasih

Hadirin yang saya hormati,

Saya menyadari bahwa pencapaian jabatan Guru Besar hingga sampai pada upacara pengukuhan hari ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu, dalam rangkaian pidato pengukuhan ini, perkenankanlah saya untuk mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, Direktur Pendidikan Tinggi, atas kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk memangku jabatan sebagai Guru Besar dalam bidang Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan.
- Rektor Universitas Tadulako, Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfudz, MP. Yang telah memberikan kesempatan sehingga saya dapat menyampaikan orasi ilmiah pada hari ini.
- Ketua Senat Universitas Tadulako, Bapak Prof. Dr. Ir. Basir Cyio, M.Si. dan seluruh anggota Senat Universitas Tadulako.
- Ketua dan Anggota Dewan Pertimbangan, para Wakil Rektor, para Dekan, dan Direktur Pasca Sarjana atas dorongan dan dukungannya.
- Dekan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Bapak Dr. Ir. Muhardi, MP. dan seluruh Wakil Dekan atas dukungannya.
- Ketua Senat Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Bapak Prof. Dr. Shahabuddin, M.Si dan seluruh anggota Senat Fakultas.
- Tim Unit Penjaminan Mutu Fakultas Pertanian atas dorongan dan dukungannya.
- Ketua Jurusan BDP dan Ketua Program Studi Agroteknologi, dan Tim Penilai Angka Kredit yang telah menyetujui saya untuk naik ke jabatan Guru Besar.
- Tim Penilai karya ilmiah eksternal, Bapak Prof. Ir. Sumbangan Baja, M.Phil. Ph.D guru besar Universitas Hasanuddin, dan Prof.Ir. Sahta Ginting, Ph.D, guru besar Universitas Halo Uleo.
- Tim Validasi dan Tim Verifikasi kelayakan Universitas Tadulako.
- Keluarga besar saya dan segenap sanak saudara yang selalu memberikan dukungan doa dan dorongan semangat.

- Kepada isteri tercinta Andi Maryam Pawawoi, anak-anaku Wulandari, Dwi Sartika, Adrian dan Agung, yang senantiasa memberikan doa, cinta kasih, dukungan semangat, dan pengertian yang tiada tara.
- Para wartawan media cetak dan elektronik yang meliput acara ini, segenap Panitia Pengukuhan Guru Besar ini dan adik-adik mahasiswa paduan suara UNTAD, yang telah menyiapkan dan mengisi acara pengukuhan hari ini hingga dapat terlaksana dengan baik.
- Semua pihak yang telah membantu dengan doa, semangat, fasilitas dan tenaga dalam mendukung kehidupan saya dan keluarga saya hingga memungkinkan saya mencapai jabatan Guru Besar ini.

Akhir kata, saya mohon doa kepada hadirin yang mulia, semoga saya dapat mengemban jabatan Guru Besar ini secara profesional dengan landasan pengabdian untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan dunia pendidikan. Teriring doa yang terbaik untuk kita semua, semoga Allah SWT. selalu melindungi kita, Aamiin.

REFERENSI

- Anonim, 1997. Vieffect, Product Promotion Brochure. The Netherlands.
- Anosike, F, C. Onyemah, K, O. Ossai, C, U. Ofoegbu, J, N, G. Okpaga, F, O. Ikpeama, C, C. Nkwegu, F, M. Nwankwo, S, C. Onyeji, G, N. Inyang, P. Ndifon, E, M. Emeka, C, P, P. 2022. Probiotic Potential and Viability of Bacteria in Fermented African Oil Bean Seed (*Pentaclethra Macroplyhlla*). Applied Food Research. Vol 2. Elsevier.
- Astutui, Y., Umrah dan A. R. Thaha, 2020. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Pasca Aplikasi Biofertilizer (Bahan aktif Aspergillus sp.) Sediaan Cair, pp 199-209.
- Bahrudin, Muhammad-Ansar dan Abdul Rahim Thaha. 2019. Pengaruh Berbagai Dosis Bokashi dan Biourin terhdap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah Varietas Lembah Palu. Prosiding Seminar Nasional PERHORTI, Banjarmasin, 21-22 Agustus 2019, Universitas Lambung Mangkurat.
- Cano-Lozano, J, A. Diaz, L, M, V. Bolivar, J, F, M. Hume, M, E. Pardo, R, Y, R. 2022. Probiotics in Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Culture: Potential Probiotic *Lactococcus Lactis*
- Dutta, J, Bora, U. 2019 Chapter 18 – Rhizosphere Microbiome and Plant Probiotics. New and Future Development in Microbial Biotechnology and Bioengineering. p 273 – 281. Elsevier
- El-Jeni, R. Dittoe, D, K. Olson E, G. Lourenco, J. Cocionivoschi, N. Ricke, S, C. Callaway, T, R. 2021. Probiotics and Potential Applications for Alternative Poultry Production Systems. Poultry Science. Vol 100. Elsevier
- El-Saadony, M, T. Alagawany, M. Patra, A, K. Kar, I. Tiwari, R. Dawood, M, A, O. Dhama, K. Abdel-Latif, H, M, R. 2021. The Functionality of Probiotics in Aquaculture. Fish & Shellfish Immunology. Vol 117. Elsevier.
- Goenadi, D. H. 2004. Pengelolaan Tanah sebagai Asset Sumber Daya Alam Tak Terbarukan melalui Pendekatan Probiotik. *Dalam* Jusuf Susanto (Ed.) Revitalisasi Pertanian dan Dialog Peradaban. Hal 271-289.
- Hanafi, F, N, A. Kamaruding, N, A. Shahrudin, S. 2022 Influence of Coconut Residue Dietary Fiber on Physicochemical, Probiotix (*Lactobacillus Plantarum* ATCC 8014) Survivability and sensory attributes of probiotic Ice Cream. LWT. Vol 154. Elsevier
- Hayes, M. H. B. dan F.L. Himes. 1997. Sifat dan Ciri Kompleks Humus Mineral. *Dalam* PM. Huang, F.J. Stevenson, H.L Bohn, G. Stotzky dan R. D. Harter (eds.). Interaksi Mineral Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba. Gajah Mada University Press. Hal. 157-228.
- Hossain, I, M. Sadekuzzaman, M. Doha S. 2017. *Probiotics as Potential Alternative Biocontrol Agents in the Agriculture and Food Industries. Food Research International. Vol. 100 p 63-73. Elsevier.*

- Irvine, S, L. Hummelen, R. Hekmat, S. 2011. Probiotic Yoghurt Consumption may Improve Gastrointestinal Symptoms, Productivity, and Nutritional intake of People Living with Human Immunodeficiency Virus in Mwanza, Tanzania. *Nutrition Research* Vol 31. p 875-881. Elsevier.
- Lynch, J. M. and E. E. Braggs. 1985. Microorganism and Soil Aggregate Stability. *Adv. Soil Sci.*
- Mahmud, A, A. Upadhyay, S, K. Srivastava, A, K. Bhojiya, A, A. 2021. Biofertilizers: A Nexus between Soil Fertility and Crop Productivity Under Abiotic Stress. *Current Research in Environmental*. Vol 3. Elsevier
- Mahapatra, D, M. Satapathy, C, K. Panda, B. 2022. Biofertilizers and Nanofertilizers for Sustainable Agriculture: Phycoprosects and Challenges. *Science of Total Environment*. Vol 803. Elsevier
- Mudgil, P. Aldhaheeri, F. Hamdi, M. Punia, S. Maqsood, S. 2022. Fortification of *Chami (Traditional Soft Cheese)* with Probiotic-loaded Protein and Starch Microparticles: Characterization Bioactive Properties, and Storage Stability. *LWT*. Vol 158. Elsevier
- Onwe, R, O. Onwosi, C, O. Ezugworie F, N. Ekwealor C, C. Okonkwo, C, C. 2022. Microbial Trehalose Boost the Ecological Fitness of Biocontrol Agents, the Viability of Probiotics during Long-term Storage and Plants Tolerance to Environmental-driven abiotics stress. *Science of the Total Environment*. Vol 806. Elsevier.
- Picard, C. Baruffa, E. Bosco, M. 2008. Enrichment and Diversity of Plant-Probiotic Microorganisms in the Rhizosphere of hybrid maize during four growth cycles. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol 40. P 106-115. Elsevier.
- Sadeghi, M. Panahi, B. Mazlumi, A. Hejazi, M, A. and Nami Y. 2022. Screening of Potential Probiotic Lactic Acid Bacteria with Antimicrobial Properties and Selection of Superior Bacteria for Application as Biocontrol Using Machine Learning Models. *LWT*. Vol 162. Elsevier
- Schnitzer, M. 1986. Pengikatan Bahan Humat oleh Koloid Mineral Tanah. *Dalam* PM. Huang, F.J. Stevenson, H.L Bohn, G. Stotzky dan R. D. Harter (eds.). *Interaksi Mineral Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba*. Gajah Mada University Press. Hal. 119-153.
- Shruthi, B. Somashekaraiah, R. Adithi, G. Divyashree, S. 2022. *Eksploring Biotechnological and Function Characteritics of Probiotic Yeasts*. *Biotechnology Report*. Vol 34. Elsevier.
- Srednicka, P. Kubiak, E, J. Wocjicki, M. Akimowicz, M. Roszko, M, L. 2021. Probiotics a Biological Detoxification Tool of Food Chemical Cintamination. *Food and Chemical Toxicology*. Vol 153. Elsevier.
- Samoraj, M. Mironiuk, M. Witek-Krowiak, A. Izydorczyk, G. Skrzypczak, D. Mikula, K. Basladyńska, S. Moustakas, K. Chojnacka, K. 2022. Biochair in Environmental

- Friendly Fertilizers – Prospects of Development Products and Technologies. Chemosphere. Vol 296. Elsevier
- Snigdha, S. Jishma, P. Nandakumar, K. Sylas, V. P. Thomas, S. Radhakrishnan, E. K. 2021. Laponite Nanoclay Gel Based Microenvironment for Plant Probiotic Rhizobacterial Delivery. Rhizosphere. Vol 18. Elsevier.
- Tan, K. H. Degradasi Mineral Tanah oleh Asam Organik. *Dalam* PM. Huang, F.J. Stevenson, H.L Bohn, G. Stotzky dan R. D. Harter (eds.). Interaksi Mineral Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba. Gajah Mada University Press. Hal. 1-36.
- Thaha, A. R., S. Baja dan M. Mustafa, 2014. Produktivitas, Kualitas dan Potensi Pengembangan Agroindustri Bawang Merah Varietas Lembah Palu. Prosiding Seminar Nasional FKPTPI (ISBN 978-602-8824-63-7) Di Ruang Media Center Universitas Tadulako, Palu.
- Thaha, A. R. 2015. Sistem Pertanian Probiotik Sebagai Jalan Tengah Menuju Pertanian Berkelanjutan. Makalah dalam Seminar Nasional Pertanian Organik, Diselenggarakan Oleh Fakultas Pertanian Universitas Tadulako.
- Thaha, A. R. Damayanti, Asrul dan Umrah. 2020. Pertumbuhan *Aspergillus sp.* pada Media Limbah Cair Tempe dan Air Kelapa. J. Agroland Vol. ()...
- Thaha, A.R., Umrah dan Asrul, 2018. The Exploration of Rhizosphere Fungus Cacao Using Potato Sucrose Soil as Formulation Media. International Seminar on Science and Technology (ISST-1). ISST064. Faculty of Mathematics and Natural Science, Tadulako University.
- Thaha, A. R., Asrul, Halmia dan Umrah. 2020. The Biofertilizer Formulation from Coconut Fiber Waste and Oyster Mushroom Waste as Basic Substrate, the Active Agent of *Aspergillus sp.* International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29 (5)pp 8601-8610.
- Thaha, A. R., A. Chalik dan A. Salewang. Pengaruh Waktu Aplikasi Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah Varietas Lembah Palu. Belum dipublikasi.
- Thaha, A. R., S. Baja, M. Mustafa dan B. Ibrahim. 2012. Daya adaptasi dan potensi hasil bawang merah varietas Lembah Palu. <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files>. (03/03/2012).
- Thaha, A. R., Umrah, Asrul, Abdul Rahim, Fajrah and Nurzakia. 2020. The Role of Local Isolates of *Trichoderma sp.* as a Decomposer in the Substrate of Cacao Pod Rind (*Theobroma cacao* L.)AIMS Agriculture and Food,
- Yanhui He. Wu, S. Tu, L. Han, Y. Zhang, G. Li Chun. 2015. Encapsulation and Characterization of Slow-Release Microbial Fertiliser from the Composites of Bentonite and Alginate. Applied Clay Science. Vol 109-110. Elsevier.

Zheng, L. Xin Ma. Lang, D. Zhang, X. Zhou, L. Wang, L. Zhang, X. 2022. Encapsulation of *Bacillus Pumilus* G5 from Polyvinyl Alcohol-Sodium Alginate (PVA-SA) and its Implications in Improving Plant Growth and Soil Fertility under Drought and Salt Soil Conditions. International Journal of Biological Macromolecules. Vol 209. Elsevier