

Penguatan Konsep Berbasis Pertanian Berkelanjutan di Negara India sebagai Solusi Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca (Literature Review)

Tri Yudianto¹, Edi Pramono¹, Firman Rezaldi^{1*}, Sukardi Sugeng Rahmad¹, Ratna Fitry Yenny²,
Roni Gumilar³, Desi Trisnawati⁴, Rifkarosita Putri Ginaris¹, Erni Suminar⁵

¹STIKes Tujuh Belas, Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia

²Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kabupaten Serang, Banten, Indonesia

³Dinas Ketahanan Pangan, Kota Serang, Provinsi Banten, Indonesia

⁴Universitas Mathla'ul Anwar, Kabupaten Pandeglang, Banten, Indonesia

⁵Universitas Padjadjaran, Kabupaten Sumedang, Jatinangor, Indonesia

firmanrezaldi890@gmail.com*

Received: 29/01/2025

Revised: 30/01/2025

Accepted: 31/01/2025

Copyright©2025 by authors, all rights reserved. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Sistem pertanian secara konvensional yang diaplikasikan cenderung terhadap pemanfaatan bahan kimia seperti pestisida disatu sisi memberikan berbagai dampak secara positif diantaranya meliputi meningkatnya produktivitas dengan cepat, terpenuhinya kebutuhan pangan secara efisien, dan membantu kerawanan pangan seperti yang sering terjadi di India. Sistem pertanian berkelanjutan ditujukan untuk mengurangi kerusakan lingkungan, mempertahankan produktivitas pertanian, meningkatkan pendapatan petani dan meningkatkan stabilitas dan kualitas kehidupan masyarakat di pedesaan. Tiga indikator besar yang dapat dilihat adalah lingkungannya lestari, ekonominya meningkat (sejahtera), dan secara sosial diterima oleh masyarakat petani. Dampak negatif lainnya pada sistem pertanian secara konvensional diantaranya meliputi menurunnya tanah secara kualitas, menimbulkan hama maupun penyakit baru, mikroorganisme yang bersifat ramah lingkungan menjadi punah, bahan kimia yang bersifat toksik mengancam terhadap kondisi biosfer suatu rantai makanan. Konsep pertanian organik yang diterapkan secara idealnya berpacu terhadap manajemen lahan, air, dan juga lahan secara optimal, seimbang, efisien, sehingga keanekaragaman hayati yang berada merupakan salah satu upaya secara eksternal dalam memberikan dampak positif. Dalam penulisan kajian pustaka ini bagian-bagian yang akan dibahas meliputi penerapan sistem pertanian konvensional yang terjadi di negara India, saran dan perbaikan yang dapat diterapkan berbasis potensi seperti pemodelan emisi gas rumah kaca dari pertanian, mitigasi GRK (Gas Rumah Kaca) dari pertanian, penyerapan unsur C pada tanah pertanian, pertanian konservasi, mengurangi emisi nitrous oksida, implikasi ekonomi mitigasi gas rumah kaca, dan pemanfaatan kombucha bunga telang dalam aspek pertanian.

Kata kunci: Pemanasan Global, India, Rumah Kaca, Sistem Pertanian Organik

Abstract

The conventional agricultural system that is applied tends to use chemicals such as pesticides, on the one hand, providing various positive impacts, including increasing productivity quickly, meeting food needs efficiently, and helping food insecurity as often occurs in India. Sustainable agricultural systems are aimed at reducing environmental damage, maintaining agricultural productivity, increasing farmers' income and improving the stability and quality of life of rural communities. Three big indicators that can be seen are that the environment is sustainable, the economy is improving (prosperous), and it is socially accepted by the farming community. Other negative impacts on conventional agricultural systems include decreasing soil quality, giving rise to new pests and diseases, environmentally friendly microorganisms becoming extinct, toxic chemicals threatening the condition of the biosphere in the food chain. The concept of organic farming that is applied ideally is based on optimal, balanced, efficient management of land, water and land, so that existing biodiversity is one of the external efforts to provide a positive impact. In writing this literature review, the sections that will be discussed include the application of conventional agricultural systems that occur in India, suggestions and improvements that can be implemented based on potential such as modeling greenhouse gas emissions from agriculture, GHG (Greenhouse Gas) mitigation from agriculture, absorption of element C in agricultural soil, conservation agriculture, reducing nitrous oxide emissions, economic implications of greenhouse gas mitigation, and the use of butterfly pea flower kombucha in agricultural aspects.

Keywords: Global Warming, Greenhouses, India, Organic Farming Systems

1. Pendahuluan

Sistem pertanian secara konvensional yang diaplikasikan cenderung terhadap pemanfaatan bahan kimia seperti pestisida disatu sisi memberikan berbagai dampak secara positif diantaranya meliputi meningkatnya produktivitas dengan cepat, terpenuhinya kebutuhan pangan secara efisien, dan membantu kerawanan pangan seperti yang sering terjadi di India. Dampak negatif lainnya pada sistem pertanian secara konvensional diantaranya meliputi menurunnya tanah secara kualitas, menimbulkan hama maupun penyakit baru, mikroorganisme yang bersifat ramah lingkungan menjadi punah, bahan kimia yang bersifat toksik mengancam terhadap kondisi biosfer suatu rantai makanan.

Pertanian yang sedang berkembang tentunya mempunyai peran secara strategis untuk meningkatkan upaya perekonomian secara nasional. Peranan secara strategis ini berkorelasi secara positif dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat, mempercepat pertumbuhan ekonomi, mengurangi kemiskinan, menyediakan lapangan pekerjaan, memelihara keseimbangan sumber daya alam maupun lingkungan. Pertanian yang dibangun saat ini masih menjadi upaya yang cukup strategis bagi pemerintah dalam memenuhi kebutuhan pangan, mengentaskan kemiskinan, mengurangi pengangguran, menurunkan malnutrisi, dan menghilangkan angka disparitas ekonomi wilayah (Dabuke & Iqbal, 2014). India sebagai negara dengan jumlah penduduk kedua terbesar di dunia (setelah Cina), India menghadapi dua tantangan utama terkait dengan pembangunan pertanian. Pertama, sektor pertanian melibatkan sekitar 58,2 persen penduduk negara ini dan menyangkut hampir 1,6 miliar penduduk.

Kedua, India berhadapan dengan beberapa permasalahan yang antara lain meliputi penurunan sumber daya air, degradasi lahan, kerusakan kandungan tanah, penurunan produktivitas dan profitabilitas karena makin sempitnya luas penguasaan lahan, kekurangan tenaga kerja pertanian, meningkatnya biaya dan ketidakpastian terkait dengan gejolak harga (*price volatility*) komoditas pertanian di pasar internasional.

India memiliki strategi kebijakan pembangunan pertanian yang secara garis besar meliputi peningkatan pertumbuhan, investasi publik, dan inisiatif khusus. Salah satu keberhasilan yang cukup menonjol pada pembangunan pertanian di India adalah terpenuhinya kebutuhan pangan domestik (bahkan ekspor) kendati negara ini memiliki jumlah penduduk terbesar kedua di dunia setelah Cina. Keberhasilan sektor pertanian India juga didukung oleh beberapa program seperti pemberdayaan perusahaan milik negara khususnya pangan dan logistik (*Food Corporation of India*), pengembangan infrastruktur (khususnya irigasi), sistem penyuluhan (*call center system*), dan fasilitasi kredit dengan bunga rendah. Program-program tersebut patut dijadikan petikan pelajaran (*lessons learned*) bagi Indonesia. Di samping itu, beberapa petikan pelajaran lainnya dari kebijakan pertanian India adalah: (1) penggunaan bibit unggul hibrida, (2) penyediaan peralatan pertanian biaya murah, (3) pengembangan industri pengolahan makanan, (4) pembinaan petani secara 'helpline' (pemanfaatan informasi telekomunikasi), (5) penyediaan kredit lunak bagi petani, dan (6) pengembangan koperasi.

Upaya yang perlu diterapkan dalam mengatasi permasalahan yang terjadi di negara India untuk mengurangi penerapan sistem pertanian secara konvensional adalah dengan cara menerapkan sistem pertanian secara organik. Sistem pertanian secara organik yang telah diterapkan di negara berkembang seperti India bukanlah hal yang baru seperti yang telah diaplikasikan pada jaman kuno. Peralihan sistem pertanian di India yang berbasis mineral, dan bahan kimia saat itu merupakan salah satu kemajuan yang mendorong kemajuan teknologi pada tahun 1960, sehingga India sebagai salah satu negara yang berkembang di Asia Selatan mengantarkan pada era revolusi hijau. Oleh karena itu hal yang dialami dalam mempertahankan produksi maupun produktivitas tanaman membawa sektor budidaya ini menjadi prioritas terkini tanpa ada unsur unsur yang dirugikan seperti sumber daya dan lingkungan sebagai alternatif yang dibutuhkan dalam sistem pertanian.

Konsep pertanian organik yang diterapkan secara idealnya berpacu terhadap manajemen lahan, air, dan juga lahan secara optimal, seimbang, efisien, serta ilmiah. Sehingga keanekaragaman hayati yang berada merupakan salah satu upaya secara eksternal dalam memberikan dampak positif. Dalam penulisan kajian pustaka ini bagian-bagian yang akan dibahas meliputi penerapan sistem pertanian konvensional yang terjadi di negara India, saran dan perbaikan yang dapat diterapkan berbasis potensi seperti pemodelan emisi gas rumah kaca dari pertanian, mitigasi GRK dari pertanian, penyerapan unsur C pada tanah pertanian, pertanian konservasi, mengurangi emisi nitrous oksida, implikasi ekonomi mitigasi gas rumah kaca, dan pemanfaatan kombucha bunga telang dalam aspek pertanian.

2. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian ini menggunakan studi literatur yaitu dengan cara memanfaatkan sumber sumber kajian pustaka yang relevan baik buku maupun jurnal hasil penelitian yang saat ini mendukung baik pada jurnal nasional hingga jurnal bereputasi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penerapan Sistem Pertanian Di India

Secara global, pertanian telah mendapat perhatian selama beberapa dekade terakhir karena merupakan kontributor signifikan terhadap pemanasan global dan kontribusinya terhadap total emisi gas rumah kaca (GRK) adalah sekitar 10–12% dan hal ini diperkirakan akan meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan produk pertanian. terhadap populasi yang terus bertambah (Smith et al., 2007). Potensi mitigasi pertanian (tidak termasuk penggantian bahan bakar fosil dari biomassa) pada tahun 2030 diperkirakan sekitar 5,5–6,0 Pg CO₂ eq. thn⁻¹, jika praktik pengelolaan pertanian yang lebih baik secara global diterapkan (Smith dkk., 2008). Oleh karena itu, pertanian tidak hanya menjadi penyumbang emisi GRK namun juga membantu mitigasi perubahan iklim (Snyder et al., 2009). Praktik-praktik utama yang berkontribusi terhadap emisi GRK adalah pengolahan tanah secara intensif, peningkatan penggunaan pupuk, peningkatan praktik perlindungan tanaman, dan pembakaran sisa tanaman (Mosier et al., 2006). Selain meningkatkan emisi GRK, praktik-praktik ini juga berkontribusi terhadap hilangnya keanekaragaman hayati dan degradasi lahan (Foley et al., 2011). Oleh karena itu, dengan meningkatnya kekhawatiran terhadap perubahan iklim di seluruh dunia, tantangan terbesar bagi pertanian di abad ke-21 adalah pengembangan praktik pertanian alternatif berkelanjutan yang meningkatkan produktivitas, dan membantu mitigasi perubahan iklim serta melestarikan sumber daya alam (Dyer dan Desjardins, 2006).

Beberapa praktik pengelolaan yang lebih baik yang dapat mengurangi emisi GRK dan potensi pemanasan global (GWP) mencakup tanpa pengolahan tanah, peningkatan intensitas tanam, diversifikasi rotasi tanaman, penanaman penutup tanah, dan pengurangan laju pemupukan N (Robertson et al., 2000, Del et al., 2000, Mosier et al., 2006). Di antara berbagai operasi pertanian, pengolahan tanah untuk persiapan lahan merupakan salah satu kontributor utama emisi GRK karena menggunakan bahan bakar fosil (Pratibha et al., 2015, Soni et al., 2013). Oleh karena itu, mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dengan mengurangi jumlah operasi pengolahan tanah dalam produksi tanaman akan menghasilkan pengurangan emisi GRK. Oleh karena itu, dalam konteks meningkatnya permasalahan lingkungan saat ini, pengurangan atau penghentian pengolahan tanah merupakan hal yang penting, karena hal ini dapat mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan dengan mengurangi konsumsi bahan bakar fosil yang pada gilirannya mengurangi masukan energi, emisi CO₂, dan erosi angin dan air. tanah seiring dengan penurunan biaya budidaya (Soni et al., 2013).

Namun ZT belum diadopsi secara luas karena rendahnya hasil dan variabilitas pada kondisi tadah hujan. Oleh karena itu, dalam konteks ini pertanian konservasi (CA) yang mencakup ketiga prinsip seperti gangguan tanah minimum, retensi residu dan rotasi tanaman telah muncul sebagai strategi pengelolaan berkelanjutan alternatif untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Selain itu, keberhasilan CA bergantung pada tutupan tanah atau residunya. Namun, kendala utama dalam penerapan CA adalah tidak tersedianya sisa tanaman karena persaingan permintaan residu untuk pakan ternak, bahan bakar dan juga kurangnya peralatan yang cocok untuk menanam tanaman. Selain itu, penerapan CA mungkin sulit karena perubahan ke sistem CA memerlukan perubahan pola pikir petani untuk membiarkan sisa tanaman tetap berada di tanah.

Oleh karena itu, mendorong sistem CA memerlukan jaringan inovasi yang kompleks yang mencakup promosi tanaman pakan alternatif, mengelola tinggi panen sisa tanaman dan

mempertimbangkan keterbatasan sosio-ekonomi dan biologis lainnya serta mengkatalisasi inovasi melalui aktor perubahan yang tepat (Sayre dan Govaerts, 2009). Residu yang dikembalikan ke tanah, dapat berkontribusi terhadap emisi GRK sehingga mengurangi potensi mitigasi (Schlesinger, 1999). Selain itu, penggabungan residu akar dapat meningkatkan penyerapan C tanah, sedangkan respirasi akar dan mineralisasi karbon organik tanah (SOC) dapat berdampak negatif pada mitigasi GRK (Sainju et al., 2010). Selain itu, hal ini juga berdampak pada pelepasan CO₂ selama operasi pertanian seperti penggunaan pupuk pada tanaman, emisi GRK tidak langsung dari pemupukan N (misalnya, penguapan N, pencucian N, dan hidrolisis urea di dalam tanah), dan emisi dari mesin yang digunakan untuk pertanian. operasi dapat melawan upaya mitigasi (Robertson et al., 2000, West dan Marland, 2002).

Oleh karena itu, semua faktor ini harus dipertimbangkan ketika menghitung potensi pemanasan global bersih (NGWP) dan Intensitas gas rumah kaca (GHGI) terlepas dari praktik pengelolaan yang digunakan (Robertson et al., 2004). Untuk menilai dampak mitigasi keseluruhan dari setiap praktik pertanian, konsep NGWP diusulkan. Hal ini didasarkan pada sifat radiasi dari seluruh emisi GRK dan fiksasi karbon, yang dinyatakan dalam persamaan CO₂. ha⁻¹ thn⁻¹, untuk memberikan evaluasi terpadu apakah sistem tersebut positif atau negatif dalam hal persamaan CO₂. Saat mengevaluasi emisi GRK dari pertanian, metrik baru telah diusulkan untuk mengintegrasikan permasalahan perubahan iklim dengan permintaan pangan global menggunakan pendekatan 'GHGIy' atau 'skala hasil' (Mosier et al., 2006, Van Groenigen et al., 2010). Dalam metode ini GWP dinilai sebagai fungsi hasil panen yang disebut NGWP skala hasil atau GHGI, dan bukan sebagai fungsi kawasan. Selain itu, pelaporan emisi dalam skala hasil mungkin sangat penting untuk praktik seperti pengolahan tanah yang kemungkinan besar akan mempengaruhi hasil panen dan emisi GRK (Mosier et al., 2006).

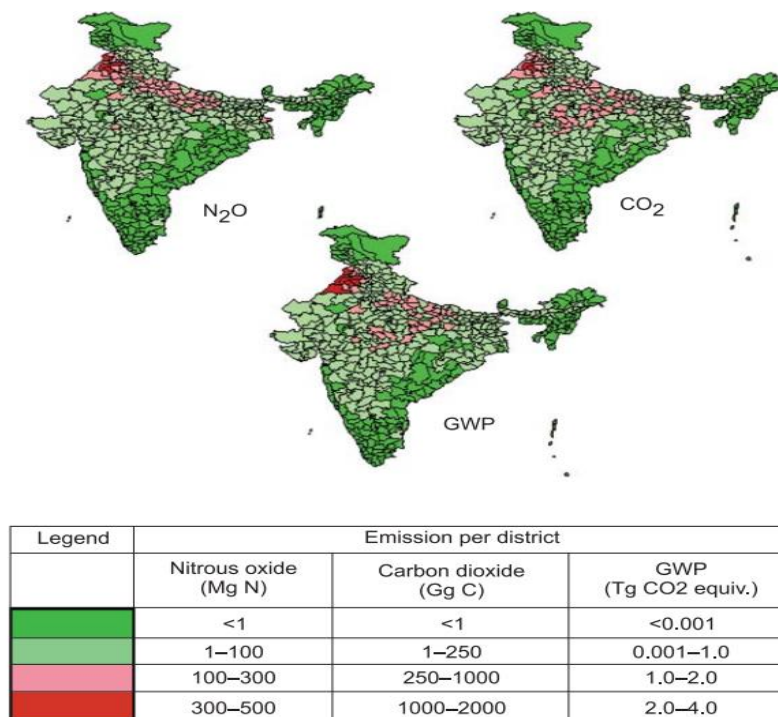
Karena emisi GRK sebagian besar disebabkan oleh penggunaan pupuk, pengolahan tanah, dll (yang cenderung meningkatkan hasil), dan mendorong praktik pengelolaan dengan GWP (*Global Warming Potential*) per unit luas lahan yang rendah dapat menyebabkan hasil yang lebih rendah. Oleh karena itu, strategi dengan GRK terendah tanpa mengorbankan tingkat hasil harus diidentifikasi. Pendekatan ini telah mendapat perhatian dari masyarakat internasional dan upaya telah dilakukan di seluruh dunia dalam menghitung emisi GRK, NGWP (Gan et al., 2011) untuk identifikasi dan pengembangan opsi mitigasi. Selain itu, untuk memperkirakan NGWP agroekosistem, baik emisi GRK tidak langsung maupun langsung harus dipertimbangkan untuk menghindari dampak trade-off (Lehuger et al., 2011).

3.2 Saran dan Perbaikan Berbasis Potensi (Pemodelan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Pertanian)

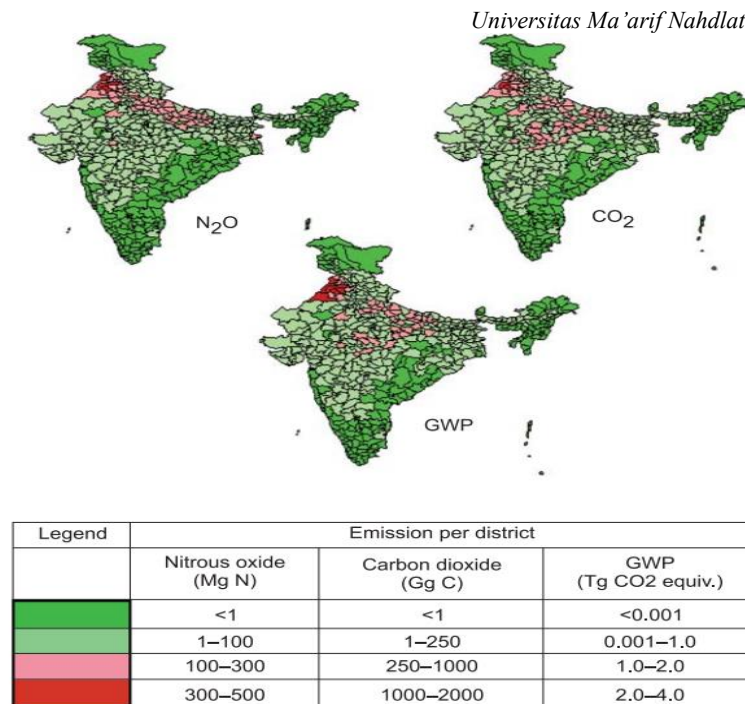
Model simulasi dapat digunakan untuk mengukur dampak iklim, tanah, tanaman dan pengelolaan emisi GRK dari tanah. Alat-alat ini dapat mengurangi kebutuhan akan eksperimen lapangan yang mahal dan memakan waktu serta dapat digunakan untuk melakukan ekstrapolasi hasil penelitian yang dilakukan di satu lokasi ke wilayah lain yang lebih besar. Perkembangan dan penggunaan pendekatan sistem dan metode pendukung keputusan yang tepat dapat membantu dalam mengoptimalkan penggunaan masukan dan membandingkan strategi mitigasi yang berbeda situasi. Model simulasi umum, InfoCrop, telah dikembangkan untuk memperkirakan emisi metana, dinitrogen oksida, dan karbon dioksida dari tanah pertanian (Aggarwal et al., 2006). Model ini dapat mensimulasikan pengaruh cuaca, tanah, pengelolaan agronomi (termasuk penanaman, nitrogen, residu dan irigasi) dan hama utama pada pertumbuhan

dan hasil tanaman serta emisi GRK. Model telah dikalibrasi menggunakan data yang dihasilkan dalam berbagai percobaan yang dilakukan di IARI (Aggarwal *et al.*, 2006). Validasi awal model menunjukkan kesepakatan yang baik antara nilai metana dan karbon yang diamati dan diprediksi dioksida, menunjukkan bahwa model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi emisi gas rumah kaca. Upaya sedang dilakukan untuk memvalidasi model lebih lanjut dengan lebih banyak kumpulan data wilayah agro-ekologi yang berbeda di India untuk memperbarui inventarisasi emisi dan menilai dampak pengelolaan pertanian, mitigasi dan pilihan kebijakan terhadap emisi gas rumah kaca dari pertanian.

Inventarisasi spasial emisi GRK dari beras dan gandum, dua jenis sereal utama tanaman, disiapkan oleh Bhatia *et al.* (2007) menggunakan model Info Crop yang terdapat pada gambar 1 dan 2 dibawah ini. . 42,21 juta ha sawah menghasilkan emisi bersih tahunan sebesar 2,07, 0,0198 dan 72,9 Tg CH₄ -C, N₂ ON dan CO₂ -C, masing-masing, dengan kumulatif potensi pemanasan global (GWP) sebesar 316 Tg CO₂ setara. Emisi tahunan dari 27,4 juta ha area penanaman gandum adalah 0,017 dan 43,2 Tg N₂ dan CO₂ -C, masing-masing, dengan potensi pemanasan global kumulatif (GWP) Setara dengan 164 Tg CO₂. Studi ini menyarankan agar model tersebut dapat diterapkan. Emisi GRK memperkirakan mengenai pengaruh dalam pengelolaan budidaya sebagai salah satu parameter tanah dan iklim terhadap GRK dari ladang padi dan gandum yang terdapat di India.



Gambar 1. Emisi tahunan metana, dinitrogen oksida, karbon dioksida, dan potensi pemanasan global dari Sawah India (Pathak *et al.*, 2010).



Gambar 2. Emisi tahunan dinitrogen oksida, karbon dioksida, dan potensi pemanasan global dari India ladang gandum (Pathak *et al.*, 2010).

3.3 Saran dan Perbaikan Berbasis Potensi (Mitigasi Emisi GRK dari Pertanian)

Pertanian mempunyai potensi untuk melakukan mitigasi GRK dengan biaya yang efektif melalui perubahan teknologi pertanian dan praktik manajemen. Mitigasi emisi GRK dari pertanian dapat dicapai dengan menyerap C dalam tanah dan mengurangi gas metana dan emisi dinitrogen oksida dari tanah melalui perubahan pengelolaan penggunaan lahan. Mengubah campuran tanaman untuk memasukkan lebih banyak tanaman yang bersifat abadi atau memiliki akar yang dalam sistem meningkatkan jumlah karbon yang tersimpan di dalam tanah. Sistem budidaya itu meninggalkan residu dan mengurangi pengolahan tanah, terutama pengolahan tanah dalam, mendorong penumpukan karbon tanah. Pergeseran penggunaan lahan dari tanaman tahunan ke tanaman tahunan, padang rumput, dan agroforestri meningkatkan cadangan karbon di atas dan di bawah tanah. Perubahan dalam genetika tanaman dan pengelolaan irigasi, penggunaan pupuk, dan tanah dapat berkurang emisi nitrogen oksida dan metana. Pilihan seperti itu tidak hanya penting dari mitigasi pemanasan global tetapi juga untuk meningkatkan kesuburan tanah.

3.4 Saran dan Perbaikan Berbasis Potensi (Penyerapan C Pada Tanah Pertanian)

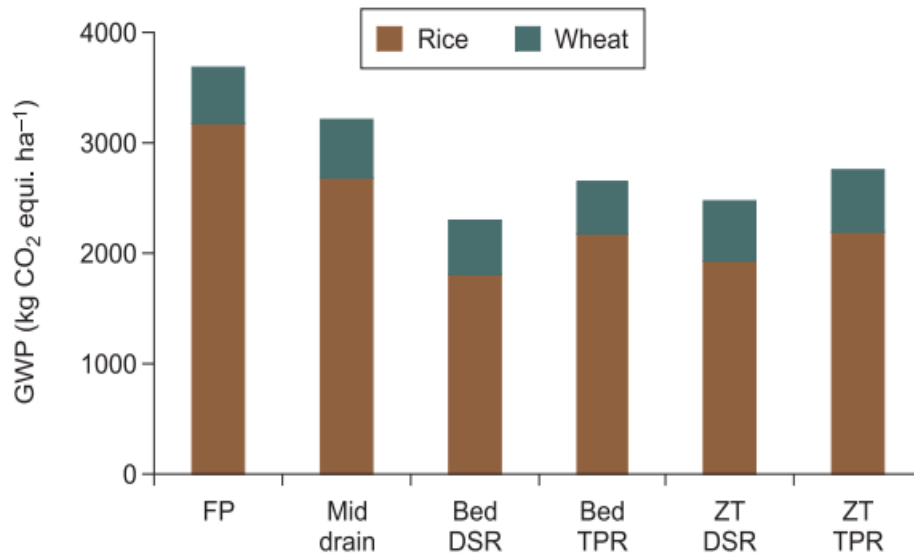
Mitigasi emisi CO₂ dari pertanian dapat dicapai dengan meningkatkan karbon penyerapan dalam tanah melalui pemberian pupuk organik, perubahan pengelolaan tanah dan pemulihan karbon tanah pada lahan terdegradasi. Praktik pengelolaan tanah seperti itu seperti pengurangan pengolahan tanah, pemupukan, penggabungan residu, peningkatan keanekaragaman hayati tanah, agregasi mikro, dan mulsa dapat berperan penting dalam penyerapan karbon di tanah. Pathak *et al.*, (2010) menganalisis 26 eksperimen jangka panjang (LTE) dengan cara yang berbeda zona agroklimat India untuk menilai potensi dan biaya penyerapan C. Dibandingkan dengan perlakuan kontrol, perlakuan NPK+FYM diasingkan 0,33 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹ sedangkan pengobatan NPK menyerap 0,16 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹. Potensi penyerapan C dalam skenario

pengelolaan nutrisi yang berbeda berkisar dari 2,1 Mg C ha⁻¹ hingga 4,8 Mg C ha⁻¹ selama masa studi (rata-rata 16,9 tahun) dari LTE. Namun, di 17 dari 26 LTE, perlakuan NPK+FYM lebih tinggi C organik tanah dan juga hasil bersih yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan NPK. Dalam sisa 9 sekuestrasi LTE C dalam pengobatan NPK+FYM telah tercapai dengan penurunan laba bersih yang menunjukkan bahwa hal ini tidak menarik secara ekonomi dan petani harus mengeluarkan biaya tambahan untuk mencapai penyerapan C. Di sana adalah beberapa perkiraan nasional dan regional mengenai potensi penyerapan C di lahan pertanian tanah (Paustian et al., 1992; Gupta dan Rao, 1994). Lal (2004) merangkum hasil sejumlah penelitian dan menyimpulkan bahwa meningkatkan manajemen kesuburan dapat meningkatkan kandungan SOC pada laju 0,05–0,15 Mg ha⁻¹ tahun⁻¹. Swarup et al., (2000) menghitung tingkat penyerapan SOC sebesar 5 hingga 44 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹ di berbagai lokasi India. Manna et al., (2005) mengamati bahwa penerapan pupuk NPK, baik sendiri atau dalam kombinasi dengan FYM membantu mempertahankan kumpulan C yang aktif dan lambat di permukaan tanah sehingga menyerap SOC dan memperbaiki kondisi tanah. kualitas dan produktivitas. Peningkatan hasil rendemen melalui penambahan C menjadi lebih besar jumlah akar dan sisa tanaman dan akhirnya penumpukan C di dalam tanah karena peningkatan produksi biomassa secara keseluruhan (Mandal et al., 2008). Dalam jangka panjang dasar, peningkatan hasil panen dan bahan organik dikembalikan ke tanah dengan pupuk kandang penerapan menghasilkan konten SOC dan aktivitas biologis yang lebih tinggi daripada di bawah kondisi terkendali. Majumder et al., (2007) mengamati bahwa pemupukan berimbang menyebabkan pengayaan bersih terhadap total karbon dan kandungan karbon organik tanah dalam rotasi padi-gandum-rami karena banyaknya sisa tanaman dan biomassa akar C tersisa di dalam tanah karena hasil yang jauh lebih tinggi tanaman yang ditanam di bawah perlakuan tersebut dibandingkan dengan kontrol. Mereka juga mengamati hubungan linier positif yang signifikan antara perubahan SOC dan total akumulasi sisa tanaman C yang dimasukkan ke dalam tanah selama bertahun-tahun. Namun, Manna et al., (2005) melaporkan bahwa hasil beras dan gandum menurun di beberapa LTE meskipun konten SOC meningkat. Pathak et al., (2010) mengamati bahwa curah hujan memiliki korelasi yang baik dengan kandungan bahan organik di seluruh tanah. Lal (2004) memperkirakan CSP di tanah India pada 7 hingga 10 Tg C tahun⁻¹ untuk restorasi tanah terdegradasi dan ekosistem, 5 hingga 7 Tg C tahun⁻¹ untuk pengendalian erosi, 6 hingga 7 Tg C tahun⁻¹ untuk adopsi praktik pengelolaan yang direkomendasikan pada tanah pertanian dan 22 hingga 26 Tg C tahun⁻¹ untuk karbonat sekunder. Total potensi sekuestrasi adalah 39–49 (44±5) Tg C tahun⁻¹ (Lal, 2004). Swarup sebelumnya et al., (2000) menghitung sekuestrasi SOC tingkat 5 hingga 44 Mg C ha⁻¹ tahun⁻¹ di berbagai lokasi di India.

3.5 Saran dan Perbaikan Berbasis Potensi (Penyerapan C Pada Tanah Pertanian)

Pertanian konservasi dengan penerapan teknologi yang melestarikan sumber daya seperti pengolahan tanah tanpa atau minimum dengan penyemaian langsung, penutupan residu permanen atau semi permanen, dan rotasi tanaman mempunyai potensi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam seperti air, udara, bahan bakar fosil, dan tanah. Teknologi ini dapat meningkatkan keberlanjutan pertanian dengan melestarikan basis sumber daya dengan efisiensi penggunaan input yang lebih tinggi dan juga memitigasi emisi GRK (Gambar 3). menggantikan kayu bakar untuk memasak, minyak tanah untuk penerangan dan memasak serta bahan kimia pupuk (Pathak et al., 2009). Potensi mitigasi pemanasan global dari pembangkit biogas ukuran keluarga adalah sekitar 10 t CO₂ persamaan. tahun⁻¹. Saat ini 3,83 juta biogas pabrik-pabrik yang beroperasi di negara ini dapat mengurangi pemanasan global sebesar 38 Mt CO₂ persamaan.

tahun–1. Jika seluruh kotoran ternak yang dapat dikoleksi (225 Mt) diproduksi di dalam negeri digunakan, 51,2 juta pembangkit listrik tenaga biogas ukuran keluarga dapat didukung yang akan memiliki potensi mitigasi sebesar 512 Mt CO₂ persamaan. tahun–1 dan dapat menghasilkan banyak uang kredit karbon di bawah mekanisme pembangunan bersih. Pengurangan global. Oleh karena itu, pemanasan global harus mendorong para pembuat kebijakan untuk mempromosikan teknologi ini untuk memerangi perubahan iklim. Integrasi pendapatan karbon akan membantu para petani untuk mengembangkan biogas sebagai usaha yang menguntungkan.



Gambar 3. Potensi pemanasan global (GWP) pada sistem padi-gandum dengan konservasi sumber daya yang berbeda teknologi. (FP, praktik petani; saluran tengah, drainase tengah musim; DSR, padi benih langsung; TPR, padi tanam yang tergenang; ZT, tanpa pengolahan tanah (Pathak *et al.*, 2009).

3.6 Saran dan Perbaikan Berbasis Potensi (Mengurangi Emisi Nitrous Oksida)

Praktik pengelolaan yang paling efisien untuk mengurangi emisi dinitrogen oksida adalah pengelolaan nutrisi spesifik lokasi dan penggunaan inhibitor nitrifikasi seperti nitrapyrin. dan disiyandiamida (Tabel 1). Ada beberapa bahan organik yang berasal dari tumbuhan seperti minyak nimba, kue nimba dan ekstrak biji karanja yang juga dapat berperan sebagai nitrifikasi penghambat. Penggunaan N yang didorong oleh permintaan menggunakan bagan warna daun (LCC) yang mengurangi nitrogen emisi oksida dan GWP sekitar 11% (Bhatia *et al.*, 2010).

Tabel 1. Efisiensi inhibitor nitrifikasi dalam mengurangi emisi dinitrogen oksida pada sistem padi-gandum

Nitrification inhibitor	Mitigation (%)
Dicyandiamide (DCD)	13–42
Neem cake	10–21
Neem oil	15–21
Nimin	25–35
Coated Ca-carbide	12–29
Thiosulphate	15–20

Sumber : (Malla *et al.*, 2005).

3.7 Saran dan Perbaikan Berbasis Potensi (Implikasi Ekonomi Mitigasi Gas Rumah Kaca)

Pathak dan Wassmann (2007) menganalisis 20 teknologi produksi padi untuk mereka GWP dan biaya terkait. Teknologinya berbeda dalam hal rezim air, pengelolaan/pemanfaatan residu, pengelolaan tanah dan bahan tambahan, yang diwakili pilihan mitigasi yang berbeda untuk emisi GRK. Dibandingkan dengan kondisi petani saat ini. Dalam praktiknya, ditemukan 13 teknologi yang berpotensi menurunkan GWP sebesar 8 hingga 51%. Modifikasi pengelolaan air dari banjir terus menerus menjadi penggenangan secara bergantian atau penggunaan urea saja sebagai ganti urea plus FYM mengurangi GWP masing-masing sebesar 15 dan 29%, sambil memberi makan jerami padi ternak dan penyediaan N melalui urea akan menguranginya sebesar 41% dibandingkan saat ini praktik pembakaran jerami padi dan penggunaan FYM. Namun, jumlahnya juga berkurang pendapatan bersih para petani. Untuk teknologi dasar N anorganik (urea) pemupukan, amandemen dengan inhibitor fosfor-gipsum dan nitrifikasi opsi mitigasi yang paling menjanjikan yang menghasilkan harga bayangan < 10 US\$ per ton setara karbon dioksida (Wassmann dan Pathak, 2007). Dengan asumsi campuran urea dan pupuk kandang untuk baseline, drainase pertengahan musim mempunyai rasio biaya-manfaat yang lebih baik dibandingkan penggenangan alternatif, namun kurang menguntungkan dibandingkan pemanfaatan sekam. Dengan asumsi masukan organik yang tinggi, teknologi biogas, dalam banyak kasus, pilihan yang lebih banyak diminati.

Studi lain Pathak (2010) mengevaluasi 16 teknologi secara umum direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan N, untuk potensi mitigasi GRK dan keuntungan ekonomi Teknologi ini mengurangi GWP sebesar 1 hingga 9%. Dengan teknologi konservasi sumber daya (cf_ct), drainase pertengahan musim (md_fp) dan alternatif teknologi banjir (af_fp) GWP dikurangi tanpa biaya tambahan apa pun. Dengan teknologi pengelolaan nutrisi terpadu (cf_in), GWP meningkat.

Potensi mitigasi GRK dari teknologi yang paling menjanjikan dan teknologinya. Kendala dirangkum dalam Tabel 2. Beberapa teknologi seperti intermiten pengeringan, pengelolaan N yang spesifik lokasi dapat dengan mudah diterapkan oleh para petani tanpa perlu melakukan hal tersebut investasi ekstra sedangkan teknologi lain memerlukan insentif dan kebijakan ekonomi mendukung.

Tabel 2. Potensi dan kendala pilihan mitigasi gas rumah kaca (Pathak *et al.*, 2010)

Option	Mitigation potential	Constraints
Methane from rice field		
Intermittent drying	25–30%	Assured irrigation
Direct-seeded rice	30–40%	Machine, herbicide
System of rice intensification	20–25%	Labour, assured irrigation
Methane from ruminants		
Balanced feeding	5–10%	Small holding
Feed additives	5–10%	Cost, biosafety
Nitrous oxide from soil		
Site-specific N management	15–20%	Awareness, fertilizer policy
Nitrification inhibitor	10–40%	Cost, incentive

Namun, peningkatan penggunaan pupuk nitrogen dan irigasi akan meningkat emisi GRK seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄) dan nitrogen oksida (N₂O) menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim (IPCC 2007; Pathak dan Wassmann 2007). Ada kebutuhan untuk mengukur trade-off antar produksi dan GWP beras dan gandum untuk

mengembangkan teknologi yang sesuai untuk ditingkatkan produksi pangan dan mengurangi GWP dengan meningkatkan rasio efisiensi karbon. Bhatia et al., (2010) menggunakan model Info Crop untuk mensimulasikan hasil dan GWP tanah di beras dan gandum untuk lima wilayah di negara ini untuk dua skenario iklim yaitu, saat ini (1990–1999) dan masa depan (2050), dua praktik irigasi yaitu sistem irigasi berbasis pasokan irigasi (SDI) dan irigasi berbasis permintaan (DDI), dan 10 tingkat N dan pupuk organik. Studi simulasi mengevaluasi respon hasil dan GWP beras dan gandum akibat peningkatan penggunaan N dan air pada saat ini dan masa depan skenario iklim. Hasil panen padi dan gandum saat ini dibatasi oleh air dan ketersediaan N. Produktivitas dapat ditingkatkan secara substansial dengan peningkatan penggunaan dan pengelolaan N dan air yang lebih baik. Produktivitas beras dan gandum di India dapat ditingkatkan dari produktivitasnya saat ini sebesar 3,26 dan 2,73 Mg ha⁻¹ menjadi 5,66 dan 6,15 Mg ha⁻¹, masing-masing dengan peningkatan irigasi dan penggunaan N. Tapi ini akan terjadi meningkatkan GWP masing-masing sebesar 27 dan 40%. Meskipun GWP meningkat rasio efisiensi karbon (CER) akan meningkat dari nilai saat ini sebesar 0,67 dan 0,85 hingga 1,06 dan 1,75 masing-masing pada beras dan gandum. Melengkapi organik pupuk kandang yang mengandung N anorganik bermanfaat bagi kesehatan tanah, namun penggunaannya akan semakin meningkat Emisi GRK tanpa banyak peningkatan hasil. Apalagi dengan iklim tahun 2050 skenario ini, hasil panen padi dan gandum di India mungkin akan terkena dampak dan dapat menyebabkan tanggapan positif terhadap pemanasan global. Oleh karena itu, keuntungan di satu area (peningkatan hasil) akan menyebabkan kerugian pada pihak lain (peningkatan GWP). Namun dalam beberapa kasus, pendekatan ‘win-win’ hasil (peningkatan CER) dapat dicapai.

3.8 Saran dan Perbaikan Berbasis Potensi (Pemanfaatan Kombucha Bunga Telang Dalam Bidang Pertanian)

Salah satu produk teknologi hasil pertanian yang dapat direkomendasikan bahkan cukup banyak berkontribusi pada bidang kesehatan saat ini telah dikenal dengan istilah kombucha bunga telang yang kaya akan manfaatnya. Kombucha bunga telang merupakan salah satu konsumsi pangan fungsional yang dihasilkan melalui fermentasi oleh bantuan mikroorganisme yang saling bersimbiosis mutualisme atau yang dikenal dengan istilah *Scoby* (*Simbiotic Colony/Culture of Bacteria and yeast*) menurut Rezaldi et al., (2021). Peranan kombucha bunga telang saat ini telah banyak terbukti dalam bidang bioteknologi cukup membantu dalam berbagai aspek yang meliputi kesehatan, farmasi, pertanian, dan peternakan (Rezaldi et al., 2023 ; Rezaldi et al., 2024 ; Rezaldi et al., 2025).

Tabel 3. Potensi Kombucha Bunga Telang Pada Bidang Pertanian

Judul Penelitian	Pustaka
Potensi Limbah Fermentasi Metode Rezaldi, F., & Hidayanto, F. (2022). Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (<i>Clitoriaternatea</i> L) Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (<i>Capsiumfrutences</i> L. Var Cengek).	
Pengaruh Limbah Fermentasi Metode Saddam et al., (2022) Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (<i>Clitoria ternatea</i> L) sebagai Pupuk Cair	

terhadap Pertumbuhan Tomat (*Lycopersicum esculantum* L).

Halal Biotechnology on Fermentation And Liquid Fertilizer Preparation From Kombucha Waste Of Tecabloue Waste In Increasing Eggplant (*Solanum molengena*) GROWTH. Fathurrohlim *et al.*, (2022)

Effect of biotechnological fermentation waste kombucha flower telang (*Clitoria ternatea* L) as liquid fertilizer on the growth of sawey (*Brassica chinensis* var. *parachinensis*). Hariadi *et al.*, (2023)

Bioteknologi Kombucha Bunga Telang Sebagai Formulasi dan Sediaan Spray dalam Menghambat Pertumbuhan Fungi *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Tanaman Komoditas Hortikultura. Rezaldi *et al.*, (2023)

Formulasi Sediaan Spray Alami Pada Kombucha Bunga Telang Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi Dan Antifungi Pada Tanaman Komoditas Hortikultura Jenis Kentang (*Solanum tuberosum* L). Rezaldi *et al.*, (2024)

Formulation and Preparation of Telang Flower Kombucha Spray as a Pharmaceutical Biotechnology Product to Inhibit the Growth of Pathogenic Fungi for Horticultural Commodity Types of Shallots (*Allium cepa* L). *Journal of Applied Plant Technology*, 3(2), 148-156. Rezaldi *et al.*, (2024)

Formulasi Sediaan Spray Alami dari Limbah Kombucha Bunga Telang sebagai Produk Bioteknologi Pertanian dan Farmasi dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen pada Jambu Air (*Syzygium aqueum*) Rezaldi & Ngete (2025)

4. Kesimpulan

Kesimpulan dalam pembuatan makalah ini mengenai sistem pertanian konvensional yang perlu diperbaiki bagi negara India akibat adanya pemanasan global warming meliputi membuat model pertanian berbasis emisi gas rumah kaca, melakukan mitigasi emisi GRK dari sistem pertanian, melakukan mitigasi penyerapan C di tanah pertanian, melakukan konservasi pertanian, mengurangi emisi NO, dan melibatkan ekonomi mitigasi gas rumah kaca, dan memanfaatkan kombucha bunga telang pada bidang pertanian.

Daftar Pustaka

- Abdilah, N. A., Rezaldi, F., Pertiwi, F. D., & Fadillah, M. F. (2022). fitokimia dan skrining awal metode bioteknologi fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria Ternatea* L) sebagai bahan aktif sabun cuci tangan probiotik. *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 11(1), 44-61. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v11i1.72>
- Abdilah, N. A., Mu'jijah, M., Rezaldi, F., Ma'ruf, A., Safitri, E., & Fadillah, M. F. (2022). Analisis kebutuhan biokimia gizi balita dan pengenalan kombucha bunga telang (*clitoria ternatea* l) terhadap orang tua balita dalam meningkatkan imunitas: analysis of nutritional biochemical requirements of toddlers and the introduction of kombucha flower (*Clitoria Ternatea* L) on parents of total childhood in increasing immunity. *Medimuh: Jurnal Kesehatan Muhammadiyah*, 3(2), 59-66.
- Aggarwal, P.K., Kalra, N., Chander, S. and Pathak, H. 2006. InfoCrop: A dynamic simulation model for the assessment of crop yields, losses due to pests, and environmental impact of agro ecosystems in tropical environments. I. Model description. *Agril. Systems*. 89(1): 1–2 <https://doi.org/10.1016/j.agry.2005.08.001>
- Anggraini, D. A., Rezaldi, F., Sofianti, A., Mathar, I., & Kolo, Y. (2023). Pharmaceutical Biotechnology Products In The Form Of Hand Washing Soap Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L) As Antibacterial For *Salmonella* Thypi And *Listeria* Monocytogenes. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 381-389. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4892>
- Agustiansyah, L. D., Fadillah, M. F., Somantri, U. W., Sasmita, H., Jubaedah, D., & Trisnawati, D. (2022). Produk Bioteknologi Farmasi Sebagai Antifungi *Candida albicans* Dalam Bentuk Formulasi Sediaan Sampo Gel Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Ilmiah Farmasi Attamru (JIFA)*, 3(2), 24-35.
- Bhatia A., Aggarwal P.K. and Pathak H. 2007. Simulating greenhouse gas emissions from Indian rice fields using the InfoCrop Model. *Intern. Rice Res. Notes*. 32: 38–40.
- Bhatia A., Sasmal S., Jain N., Pathak H., Kumar R. and Singh A. 2010. Mitigating nitrous oxide emission from soil under conventional and no-tillage in wheat using nitrification inhibitors. *Agric. Ecosys Environ*. DOI: 10.1016/j.agee. 2010.01.004
- Dabukke, F. B., & Iqbal, M. (2014). Kebijakan pembangunan pertanian Thailand, India, dan Jepang serta implikasinya bagi Indonesia. *Analisis kebijakan pertanian*, 12(2), 87-101. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/akp/article/view/1087>
- Del Grosso, S. J., Parton, W. J., Mosier, A. R., Ojima, D. S., Kulmala, A. E., & Phongpan, S. (2000). General model for N₂O and N₂ gas emissions from soils due to denitrification. *Global biogeochemical cycles*, 14(4), 1045-1060. <https://doi.org/10.1029/1999GB001225>
- Dyer JA, Desjardins RL (2006) Carbon dioxide emissions associated with the manufacturing of tractors and farm machinery in Canada. *Biosyst Eng* 93:107–118. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.09.011>
- Fadillah, M. F., Hariadi, H., Kusumiyati, K., Rezaldi, F., & Setyaji, D. Y. (2022). Karakteristik biokimia dan mikrobiologi pada larutan fermentasi kedua kombucha bunga telang (*Clitoria Ternatea* L) sebagai inovasi produk bioteknologi terkini. *Jurnal Biogenerasi*, 7(2), 19-34. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v7i2.1765>
- Fadhillah, M., Rezaldi, F., Yenny, R. F., Maritha, V., Ayuwardani, N., & Suminar, E. (2024). Antibakteri Keracunan Bahan Pangan Pada Formulasi Sediaan Sabun Mandi Kombucha

- Bunga Telang Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi Dari 3 Lokasi Budidaya. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 10(1), 44-56. <https://doi.org/10.33474/ejbst.v10i1.586>
- Fathurrohman, M. F., Rezaldi, F., Safitri, E., Setyaji, D. Y., Fadhillah, F. R., Fadillah, M. F., Hidayanto, F., & Kolo, Y. (2022). Analisis Potensi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan Konsentrasi Gula Stevia sebagai Inhibitor Pertumbuhan Bakteri Patogen. *Jurnal Jeumpa*, 9(2), 729-738. <https://doi.org/10.33059/jj.v9i2.6357>
- Fathurrohman, M. F., Hidayanto, F., Rezaldi, F., Kolo, Y., & Kusumiyati, K. (2022). Halal Biotechnology on Fermentation And Liquid Fertilizer Preparation From Kombucha Waste Of Tecablwe Waste In Increasing Eggplant (*Solanum molengena*) GROWTH. *International Journal Mathla'ul Anwar of Halal Issues*, 2(2), 85-92. <https://doi.org/10.30653/ijma.202222.66>
- Fathurrohman, M. F., Rezaldi, F., Kolo, Y., Somantri, U. W., Fadillah, M. F., & Mathar, I. (2023). Aktivitas Farmakologi Pada Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Dalam Menurunkan Kolesterol Ayam Petelur (*Gallus domesticus*) Dengan Metode Bioteknologi Fermentasi. *Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas*, 4(1), 28-35. <https://doi.org/10.52742/jgkp.v4i1.134>
- Febriana, L., Putra, R. P., Rezaldi, F., Erikania, S., Nurmaulawati, R., & Priyoto, P. (2023). Uji Daya Hambat *Propionibacterium acnes* pada Produk Bioteknologi Farmasi Sediaan Sabun Wajah Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Farmagazine*, 10(1), 70-78.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Tilman, D., & Zaks, D. P. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337-342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Gan, Y., Liang, C., Wang, X., & McConkey, B. (2011). Lowering carbon footprint of durum wheat by diversifying cropping systems. *Field Crops Research*, 122(3), 199-206. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.03.020>
- Gupta Raj K. and Rao D.L.N. 1994. Potential of wastelands for sequestering carbon by reforestation. *Curr. Sci.* 66, 73–75.
- Halimatusyadiah, L., Octavia, R., Safitri, E., Rezaldi, F., Fadillah, M. F., & Trisnawati, D. (2022). Uji Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus epidermidis*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli* Dari Produk Bioteknologi Farmasi Berupa Sabun Cuci Tangan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*, 1(3), 85-92.
- Hariadi, H., Sulastri, T., Rezaldi, F., Erikania, S., & Nurmaulawati, R. (2023). Antibacterial of *Clostridium botulinum* From Eagle Flower (*Clitoria ternatea* L.) Kombucha Body Wash as a Pharmaceutical Biotechnology Product. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 15-22. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4470>
- Hariadi, H., Andry, M., Nasution, M. A., Sumiardi, A., Rezaldi, F., Amien, S., & Ikrawan, Y. (2023). Growth Inhibition Test of Gram and Negative Bacteria in Pharmaceutical Biotechnology Products in the Form of Hand Sanitizer Formulations Based Fermented Telang Flower Kombucha. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 316-325. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5219>
- Hariadi, H., Rezaldi, F., Hidayanto, F., Sumiardi, A., Fathurrohman, M. F., Kolo, Y., & Mubarak, S. (2023). Effect of biotechnological fermentation waste kombucha flower telang (*Clitoria ternatea* L) as liquid fertilizer on the growth of sawey (*Brassica chinensis* var. *parachinensis*). *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 173-180. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5081>

- Hussein, A. S., Rezaldi, F., Zubaidah, E., Wijayanti, W., Fadillah, M. F., Fathurrohman, M. F., Rahmad, S. S., Wijayanti, F. E. R., Rohmawati, D., & Cahyono, A. T. (2024). Biochemical Characteristics of the Formulation and Preparation of Telang Flower Kombucha Jelly as an Antioxidant, Food and Pharmaceutical Biotechnology Products. *Journal of Health and Nutrition Research*, 3(3), 192-200. <https://doi.org/10.56303/jhnresearch.v3i3.287>
- Hussein, A. S., Rezaldi, F., Herjayanto, M., Yenny, R. F., & Humaidi, A. (2025). Uji Daya Hambat Sabun Mandi Kombucha Bunga Telang Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi Terhadap Bakteri *Shigella dysenteriae* dan *Vibrio cholera* Dari Tiga Lokasi Budidaya Bunga Telang (Pekuncen, Ciwedus, Cigeblak). *JAGO TOLIS: Jurnal Agrokompleks Tolis*, 5(1), 23-32. <https://doi.org/10.56630/jago.v5i1.683>
- IPCC. 2007 The Physical Science Basis. In: Solomon, S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds.) *Climate Change 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kolo, Y., Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Ma'ruf, A., Pertiwi, F. D., & Hidayanto, F. (2022). Antibacterial Activity of *Staphylococcus capitis*, *Bacillus cereus*, *Pantoea dispersa* From Telang Flower (*Clitoria ternatea* L) Kombucha Bath Soap as a Pharmaceutical Biotechnology Product. *PCJN: Pharmaceutical and Clinical Journal of Nusantara*, 1(01), 01-11. <https://nusantarascientificjournal.com/index.php/pcjn/article/view/1>
- Kolo, Y., Rezaldi, F., Yenny, R. F., Maritha, V., Ayuwardani, N., Cahyono, A. T., ... & Purbanova, R. (2024). Formulasi Sediaan Odol Kombucha Bunga Telang Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi Dan Antimikroba (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*). Telang flower kombucha has been widely studied as a probiotic drink that can boost the immune system. *PHARMACIA*, 2(2), 1-14.
- Kurniawati, N., Saputri, I. S. P. A., & Rezaldi, F. (2023). Study of Computational Biotechnology (Bioinformatics) on Telang Flower Kombucha (*Clitoria Ternatea* L) as an Immunomodulator to Suppress Immunoglobulin E (IgE) for Allergy Sufferers. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 348-354.
- Kusumiyati, K., Setyaji, D. Y., Fadillah, M. F., & Rezaldi, F. (2022). Uji Daya Hambat Madu Hutan Baduy Sebagai Substrat Pada Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen. *Medfarm: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 11(2), 142-160. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v11i2.109>
- Lal R. 2004. Soil carbon sequestration in India. *Climatic Change* 65: 277–296.
- Lehuger, S., Gabrielle, B., Laville, P., Lamboni, M., Loubet, B., & Cellier, P. (2011). Predicting and mitigating the net greenhouse gas emissions of crop rotations in Western Europe. *Agricultural and forest meteorology*, 151(12), 1654-1671. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.07.002>
- Maigoda, T. C., Hariadi, H., Triyono, A., Rezaldi, F., Sugiono, S., Saifullah, I., Munir, M., Kurniawan, M., Rohmatulloh, R., Yenny, R. F., Pamungkas, B. T., Amin, S., & Judiono, J. (2024). Antioxidant Activity in Pharmaceutical Biotechnology Products in The Form of Formulations and Preparations of Telang Flower Kombucha Hand Soap (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 835-844. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2.7195>
- Margarisa, D., Rezaldi, F., Pruschia, I. D., Andry, M., Fadillah, M. F., Muhandiyanti, M., ... & Nasution, M. A. (2023). Fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai produk bioteknologi sederhana dalam memberikan reaksi farmakodinamik mencit (*Mus*

- musculus L) yang terpapar asap rokok dan morfometri ovarium. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1616-1625. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i4.254>
- Majumdar D., Pathak H. Kumar S. and Jain M.C. 2002. Nitrous oxide emission from a sandy loam Inceptisol under irrigated wheat in India as influenced by different nitrification inhibitors. *Agric. Ecosys. Environ.* 91: 283–293.
- Malla G., Bhatia A., Pathak H., Prasad S., Jain N., Singh J. and Kumar V. 2005. Mitigating nitrous oxide and methane emissions from soil under rice-wheat system with nitrification inhibitors. *Chemosphere* 58: 141–147
- Mandal B., Majumder B., Adhya T.K. et al. 2008. Potential of double-cropped rice ecology to conserve organic carbon under subtropical climate. *Global Change Biol.* 14: 2139–2151.
- Manna M.C., Swarup A., Wajari. R.H. et al. 2005. Long-term effect of fertilizer and manure application on soil organic carbon storage, soil quality and yield sustainability under subhumid and semi-arid tropical India. *Field Crops Res.* 93: 264–2
- Ma'ruf, A., Safitri, E., Pertiwi, F. D., Ningtias, R. Y., Trisnawati, D., Rezaldi, F., Kusumiyati, K., & Andayaningsih, P. (2022). Produk Bioteknologi Farmasi Berupa Sabun Mandi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antifungi *Candida albicans*. *Jurnal Pertanian*, 13(2), 78-84. <https://doi.org/10.30997/jp.v13i2.6920>
- Mosier, A. R., Halvorson, A. D., Reule, C. A., & Liu, X. J. (2006). Net global warming potential and greenhouse gas intensity in irrigated cropping systems in northeastern Colorado. *Journal of environmental quality*, 35(4), 1584-1598. <https://doi.org/10.2134/jeq2005.0232>
- Nurmaulawati, R., Rezaldi, F., Susilowati, A. A., Waskita, K. N., Puspita, S., & Rosalina, V. (2022). Antimikroba Pada Produk Bioteknologi Farmasi Berupa Sediaan Obat Kumur Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Ilmiah Farmasi Attamru (JIFA)*, 3(2), 1-16.
- Pamungkas, B. T., Safitri, A., Rezaldi, F., Andry, M., Agustiansyah, L. D., Fadillah, M. F., Hidayanto, F., & Hariadi, H. (2022). Antifungal Trycophyton Rubrum And Trycophyton Mentagrophytes In Liquid Bath Soap Fermented Probiotic Kombucha Flower Telang (*Clitoria Ternatea* L) As A Pharmaceutical Biotechnology Product. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 10(2), 179-196. <http://dx.doi.org/10.22373/biotik.v10i2.15160>
- Pathak H., Jain N., Bhatia A., Mahanty S. and Navindu Gupta. 2009. Global warming mitigation potential of biogas plants in India. *Environ Monit Assess* 157: 407–418.
- Pathak H. 2010a. Greenhouse gas mitigation in agriculture: Can farmers beat the heat? Proc. National Conference on Ensuring Food Security in a Changing Climate, New Delhi, 23–24 April 2010, p. 35–43.
- Pathak H. 2010b. Mitigating greenhouse gas and nitrogen loss with improved fertilizer management in rice: Quantification and economic assessment. *Nutr. Cycling Agroecosys.* DOI: 10.1007/s10705-010-9350-z.
- Pratibha, G., Srinivas, I., Rao, K. A., Raju, B. M. K., Thyagaraj, C. R., Korwar, G. R., Choudary, D. K., & Srinivasarao, C. (2015). Impact of conservation agriculture practices on energy use efficiency and global warming potential in rainfed pigeonpea–castor systems. *European Journal of Agronomy*, 66, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.02.001>
- Paustian K., Parton W.J. and Persson J., 1992. Modeling soil organic matter in organic amended and nitrogen fertilized long-term plots. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 476–488. <https://doi.org/10.2136/sssaj1992.03615995005600020023x>
- Pertiwi, F. D., Ma'ruf, A., Rezaldi, F., Anggraeni, S. D., Sulastri, T., Trisnawati, D., Fadillah, M. F., & Kusumiyati, K. (2022). Antibakteri *Clostridium botulinum* dari Bunga Telang (*Clitoria*

- ternatea L) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha. *Tirtayasa Medical Journal*, 2(1), 1-8. <https://dx.doi.org/10.62870/tmj.v2i1.17480>
- Puspitasari, M., Rezaldi, F., Handayani, E. E., & Jubaedah, D. (2022). Kemampuan bunga telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai antimikroba (*listeria monocytogenes*, *staphylococcus hominis*, *trycophyton mentagrophytes*, dan *trycophyton rubrum*) melalui metode bioteknologi fermentasi kombucha. *Jurnal Medical Laboratory*, 1(2), 1-10.
- Putra, R. P., Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Priyoto, P., & Sumiardi, A. (2023). Antibakteri Penyebab Bau Ketiak (*Staphylococcus hominis*) Dari Sediaan Sabun Mandi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi. *Agrinula: Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan*, 6(1), 1-14. <https://doi.org/10.36490/agri.v6i1.613>
- Rezaldi, F., Ningtyas, R. Y., Anggraeni, S. D., Ma'ruf, A., Fatonah, N. S., Pertiwi, F. D., Fitriyani, F., A, L. D., US, S., Fadillah, M. F., & Subekhi, A. I. (2021). Pengaruh Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antibakteri Gram Positif Dan Negatif. *Jurnal Biotek*, 9(2), 169-185. <https://doi.org/10.24252/jb.v9i2.25467>
- Rezaldi, F., Rachmat, O., Fadillah, M. F., Setyaji, D. Y., & Saddam, A. (2022). Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antibakteri *Salmonella thypi* dan *Vibrio parahaemolyticus* Berdasarkan Konsentrasi Gula Aren. *Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas*, 3(1), 13-22. <https://dx.doi.org/10.62870/jgkp.v3i1.14724>
- Rezaldi, F., & Hidayanto, F. (2022). Potensi Limbah Fermentasi Metode Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsium frutescens* L. Var Cengek). *Jurnal Pertanian Cemara*, 19(2), 79-88. <https://doi.org/10.24929/fp.v19i2.2239>
- Rezaldi, F., Eman, E., Pertiwi, F. D., Suyanto, S., & Sumarlin, U. S. (2022). Potensi bunga telang (*Clitoria Ternatea* L) sebagai antifungi *Candida Albicans*, *malassezia furfur*, *pitosporum ovale*, dan *aspergillus fumigatus* dengan metode bioteknologi fermentasi kombucha. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.55606/klinik.v1i2.381>
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Mu'jijah, M., Abdilah, N. A., & Meliyawati, M. (2022). Potensi kombucha bunga telang sebagai himbauan kepada wisatawan pantai carita dalam meningkatkan imunitas. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), 867-871. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i2.8472>
- Rezaldi, F., Junaedi, C., Ningtias, R. Y., Pertiwi, F. D., Sasmita, H., Somantri, U. W., & Fathurrohman, M. F. (2022). Antibakteri *Staphylococcus Aureus* dari Sediaan Sabun Mandi Probiotik Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi. *Jurnal Biotek*, 10(1), 36-51. <https://doi.org/10.24252/jb.v10i1.27027>
- Rezaldi, F., Agustiansyah, L. D., Safitri, E., Oktavia, S., & Novi, C. (2022). Antifungi *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, dan *Pitosporum ovale* Dari Sediaan Sampo Probiotik Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi. *Pharmaqueous: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 4(1), 47-55. <https://ejurnal.universitalirsyad.ac.id/index.php/JIP/article/view/225>
- Rezaldi, F., Setiawan, U., Kusumiyati, K., Trisnawati, D., Fadillah, M. F., & Setyaji, D. Y. (2022). Bioteknologi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) dengan variasi gula stevia sebagai antikolesterol pada bebek pedaging. *Jurnal Dunia Farmasi*, 6(3), 156-169.
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Agustiansyah, L. D., Trisnawati, D., & Pertiwi, F. D. (2022). Pengaruh metode bioteknologi fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai penurun

- kadar kolesterol bebek pedaging berdasarkan konsentrasi gula aren yang berbeda-beda. *Jurnal Biogenerasi*, 7(2), 57-67. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v7i2.1772>
- Rezaldi, F., Anggraeni, S. D., Ma'ruf, A., Andry, M., Faisal, H., Winata, H. S., Ginting, I., & Nasution, M. A. (2023). Antibakteri pada Formulasi Sediaan Sabun Mandi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai Produk Bioteknologi Farmasi. *Jurnal Biotek*, 11(1), 73-86. <https://doi.org/10.24252/jb.v11i1.36906>
- Rezaldi, F., Mathar, I., Nurmaulawati, R., Galaresa, A. V., & Priyoto, P. (2023). Pemanfaatan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Upaya Dalam Mencegah Stunting Dan Meningkatkan Imunitas Di Desa Ngaglik Magetan Parang. *Jurnal Abdimas Bina Bangsa*, 4(1), 344-357. <https://doi.org/10.46306/jabb.v4i1.383>
- Rezaldi, F., Firmansyah, F., Maharani, M., Hayani, R. A., Margarisa, D., Purchia, I. D., ... & Ramadhan, R. A. (2023). Pemberian Edukasi Mengenai Bioteknologi Kombucha Bunga Telang Sebagai Minuman Probiotik Peningkat Sistem Imun, Bahan Aktif Obat dan Kosmetik, Bahan Baku Pupuk Cair Organik, dan Peningkat Ekonomi Kepada Siswa SMAN 05 Cilegon Yang Terlibat Dalam Karya Ilmiah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(3), 749-760. <https://doi.org/10.29303/jpmmpi.v6i3.5353>
- Rezaldi, F., Rusmana, R., Susiyanti, S., Maharani, M., Hayani, R. A., Firmansyah, F., & Mubarak, S. (2023). Bioteknologi Kombucha Bunga Telang Sebagai Formulasi dan Sediaan Spray dalam Menghambat Pertumbuhan Fungi *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Tanaman Komoditas Hortikultura. *JURNAL BIOS LOGOS*, 13(3), 254-265. <https://doi.org/10.35799/jbl.v13i3.52017>
- Rezaldi, F., Sathi, S. F., Ragil, R. W., Farida, F. K., Iin, I. H. G., & Surya, M. S. (2024). Pengenalan Mengenai Manfaat Kombucha Bunga Telang Secara Nyata Sebagai Bahan Aktif Sediaan Kosmetik Dan Produk Bioteknologi Farmasi Ramah Lingkungan Kepada Siswa Siswi KIR Biologi SMAN 5 Cilegon. *Jurnal Pengabdian dan Pengembangan Masyarakat Indonesia*, 3(1), 8-20. <https://doi.org/10.56303/jppmi.v3i1.248>
- Rezaldi, F., Maritha, V., Yenny, R. F., Saifullah, I., Sugiono, S., Rohmatulloh, R., ... & Kusumiyati, K. (2024). Formulasi Sediaan Spray Alami Pada Kombucha Bunga Telang Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi Dan Antifungi Pada Tanaman Komoditas Hortikultura Jenis Kentang (*Solanum tuberosum* L). *AGRIBIOS*, 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.36841/agribios.v22i1.4600>
- Rezaldi, F., Utami, A. W., Wijayanti, F. E. R., Purbanova, R., Wati, D. R., Suminar, E., ... & Yenny, R. F. (2024). Aktivitas Antioksidan Pada Sediaan Kombucha Bunga Telang Yang Diracik Dari Formulasi Gula Aren Dan Madu Sr12 Sebagai Produk Bioteknologi Pangan Dan Farmasi. *AGRIBIOS*, 22(2), 165-175. <https://doi.org/10.36841/agribios.v22i2.5209>
- Rezaldi, F., Utami, A. W. U. A. W., Sugiono, S. S. S., Saifullah, I. S. I., Kurniawan, M. K. M., Rohmatulloh, R. R. R., & Munir, M. M. M. (2024). Diskusi Mengenai Pemanfaatan Kombucha Bunga Telang Kepada Siswi SMAN 5 Cilegon Banten Sebagai Minuman Probiotik Pengendali Emosi Ketika Datang Bulan. *Jurnal KKN Kuliah Kerja Nyata Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 20-27. <https://doi.org/10.70234/cpwkh941>
- Rezaldi, F., Cahyono, A. T., Wati, D. R., Ginaris, R. P., Utami, A. W., Wijayanti, F. E. R., ... & Fatchani, S. (2024). Memfasilitasi Pelajar KIR (Karya Ilmiah Remaja) Biologi Dengan Kajian Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Dari Sampel Kotoran Hewan Ternak Sepanjang SMAN 5 Cilegon Di Laboratorium UPTD Banten. *Jurnal Pengabdian dan*

- Pengembangan Masyarakat
<https://doi.org/10.56303/jppmi.v3i2.275>
- Rezaldi, F., Rahmad, S. S., Ginaris, R. P., Wijayanti, W., Trisnawati, D., Fadillah, M. F., Somantri, U. W., & Sasmita, H. (2024). Penyuluhan Cara Konsumsi Kombucha Bunga Telang Sebagai Minuman Probiotik Bagi Pasien Kolesterol bagi Masyarakat Kampung Pekuncen Cilegon Banten. *Jurnal Relawan dan Pengabdian Masyarakat REDI*, 2(2), 14-25. <https://doi.org/10.69773/mkxfx787>
- Rezaldi, F., Surya, M. S., Maritha, V., Ginanjar, I. H., & Nurmaulawati, R. (2024). Telang Flower Kombucha Solid Bath Soap As A Halal And Antimicrobial Pharmaceutical Biotechnology Product. *International Journal Mathla'ul Anwar of Halal Issues*, 4(1), 49-59. <https://doi.org/10.30653/ijma.202441.97>
- Rezaldi, F., Safitri, A., Agustiansyah, L. D., Andry, M., & Fadillah, M. F. (2024, January). Uji Aktivitas Antibakteri Pseudomonas aeruginosa pada Formulasi Sediaan Sabun Cuci Tangan Probiotik dengan Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (Clitoria ternatea L.). In *Gunung Djati Conference Series* (Vol. 38, pp. 33-47).
- Rezaldi, F. (2024). bioteknologi Efek Terapi Kombucha Bunga Telang (Clitoria terantea) Sebagai Produk Bioteknologi Pada Konsentrasi dan Kematian Spermatozoa Mencit (Mus musculus) Pasca Paparan Asap Rokok: Efek Terapi Kombucha Bunga Telang (Clitoria terantea) Sebagai Produk Bioteknologi Pada Konsentrasi dan Kematian Spermatozoa Mencit (Mus musculus) Pasca Paparan Asap Rokok. *SITAWA: Jurnal Farmasi Sains dan Obat Tradisional*, 3(1), 38-48. <https://doi.org/10.62018/sitawa.v3i1.77>
- Rezaldi, F., Nurvadiyah, E., Junaedi, C., Somantri, U. W., Fadillah, M. F., Maritha, V., Yenny, R. F., & Setyaji, D. Y. (2024). Potential Pharmaceutical Biotechnology Products in the Form of Formulations and Preparations of Telang Flower Kombucha Dish Soap (Clitoria ternatea L) as an Antibacterial from Beef (Bos taurus) Isolate. *Journal of Health and Nutrition Research*, 3(1), 23-30. <https://doi.org/10.56303/jhnresearch.v3i1.237>
- Rezaldi, F., Nurmayulis, N., Rusmana, R., Yenny, R. F., & Rustini, R. (2024). Produk Bioteknologi Farmasi Berupa Sediaan Sabun Cuci Tangan Kombucha Bunga Telang Sebagai Antibakteri Staphylococcus aureus dari Isolat Usus Sapi. *Jurnal Kesehatan Tujuh Belas (Jurkes TB)*, 5(2).
- Rezaldi, F., Yenny, R. F., Maritha, V., Andry, M., & Pamungkas, B. T. (2024). Telang Flower Kombucha Hand Wash Soap as a Pharmaceutical and Antibacterial Biotechnology Product isolated from Cilegon Coconut Market Vegetable Waste: Sabun Cuci Tangan Kombucha Bunga Telang Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi dan Antibakteri yang Diisolasi dari Limbah Sayuran Pasar Kelapa Cilegon. *Journal of Applied Plant Technology*, 3(1), 11-20. <https://doi.org/10.30742/2ww4vj55>
- Rezaldi, F., Haryani, T. S., Utami, A. W., Nabilla, J., Hariningsih, Y., Eman, E., Ginaris, R. P., Rahmad, S. S., Purbanova, R., Sari, S. W., & Wijayanti, F. E. R. (2025). Uji Antiketombe (Tiga Fungi Patogen Rambut) Pada Produk Bioteknologi Farmasi Berupa Formulasi dan Sediaan Sampo Gel Kombucha Bunga Telang (Clitoria ternatea L). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 10(2), 96-107. <https://doi.org/10.33474/ejbst.v10i2.619>
- Rezaldi, F., Yenny, R. F. Y. R. F., Sugiono, S. S. S., Kurniawan, M. K. M., Saifullah, I. S. I., Rohmatulloh, R. R. R., ... & Pamungkas, B. T. P. B. T. (2024). Formulation and Preparation of Telang Flower Kombucha Spray as a Pharmaceutical Biotechnology Product to Inhibit the Growth of Pathogenic Fungi for Horticultural Commodity Types of Shallots (Allium cepa

- L). *Journal of Applied Plant Technology*, 3(2), 148-156.
<https://journalng.uwks.ac.id/japt/article/view/322>
- Rezaldi, F., & Ngete, A. F. (2025). Formulasi Sediaan Spray Alami dari Limbah Kombucha Bunga Telang sebagai Produk Bioteknologi Pertanian dan Farmasi dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen pada Jambu Air (*Syzygium aqueum*). *Jurnal Agroteknologi (Agronu)*, 4(01), 11-21. <https://doi.org/10.53863/agronu.v4i01.1516>
- Robertson, G. P., Paul, E. A., & Harwood, R. R. (2000). Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. *Science*, 289(5486), 1922-1925. <https://doi.org/10.1126/science.289.5486.1922>
- Robertson, D. E., Chaplin, J. A., DeSantis, G., Podar, M., Madden, M., Chi, E., Burk, M.J., & Short, J. M. (2004). Exploring nitrilase sequence space for enantioselective catalysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(4), 2429-2436. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.4.2429-2436.2004>
- Saddam, A., Fathurrohman, M. F., Rezaldi, F., Kolo, Y., & Hidayanto, F. (2022). Pengaruh Limbah Fermentasi Metode Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan Tomat (*Lycopersicon esculantum* L). *AGRIBIOS*, 20(2), 179-186. <https://doi.org/10.36841/agribios.v20i2.2291>
- Saddam, A., & Rezaldi, F., Ma'ruf, A., Pertiwi, F. D., Suyanto, S., Hidayanto, F., Kusumiyati, K. (2022). Uji Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus capitis* *Bacillus cereus* dan *Pantoea dispersa* Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas*, 3(2), 65-71. <https://doi.org/10.52742/jgkp.v3i2.143>
- Sayre, K.D. and Govaerts, B. (2009) Conserving agriculture for sustainable wheat production. In: Dixon, J., Braun, H.-J., Kosina, P. and Crouch, J. (Eds.). *Wheat Facts and Futures 2009*. Mexico, D.F.: CIMMYT. Pp. 62–69.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., Schneider, U., & Towprayoon, S. (2007). Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1-4), 6-28. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.006>
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., Wattenbach, M., & Smith, J. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical transactions of the royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 789-813. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184>
- Snyder, C. S., Bruulsema, T. W., Jensen, T. L., & Fixen, P. E. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(3-4), 247-266. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.04.021>
- Somantri, U. W., Fadillah, M. F., Rezaldi, F., Pruschia, I. D., Margarisa, D., & Maharani, M. (2023). In Vitro Pharmacological Activity Test Of Telang Flower Kombucha As Antibacterial *Vibrio cholerae* AND *Shigella dysenteriae* Through Fermentation Biotechnology Method. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 11(2), 130-146. <http://dx.doi.org/10.22373/biotik.v11i2.17427>
- Sofianti, A., Rezaldi, F., Mathar, I., Sumiardi, A., Mu'jijah, M., & Subagiyo, A. (2023). Produk Bioteknologi Farmasi Dengan Aktivitas Farmakologi Secara In Vitro Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* Berupa Formulasi Dan Sediaan Obat Kumur Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*, 2(1), 76-99.

- Soni, P., Taewichit, C., & Salokhe, V. M. (2013). Energy consumption and CO₂ emissions in rainfed agricultural production systems of Northeast Thailand. *Agricultural Systems*, 116, 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.12.006>
- Subagiyo, A., Rezaldi, F., Ma'ruf, A., Pertiwi, F. D., & Safitri, A. (2022). Antibakteri *Vibrio parahaemolyticus* dan *Klebsiella pneumoniae* pada Sediaan Sabun Mandi Probiotik Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi. *Journal of Biotechnology and Conservation in WALLACEA*, 2(2), 89-98. <https://doi.org/10.35799/jbcw.v2i2.43886>
- Susilowati, A. A., Nurmaulawati, R., & Rezaldi, F. (2023). Sabun Cuci Tangan Berbahan Aktif Larutan Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus capitis*, *Bacillus cereus*, dan *Pantoea dispersa*. *Journal of Educational Innovation and Public Health*, 1(1), 11-23. <https://doi.org/10.55606/innovation.v1i1.685>
- Swarup A., Manna M.C. and Singh G.B. 2000. Impact of land use and management practices on organic carbon dynamics in soils of India. Lal R, Kimble JM, Stewart BA (eds) In *Global Climate Change and Tropical Ecosystems, Advances in Soil Science*, pp. 261–281. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Van Groenigen, J. W., Velthof, G. L., Oenema, O., Van Groenigen, K. J., & Van Kessel, C. (2010). Towards an agronomic assessment of N₂O emissions: a case study for arable crops. *European journal of soil science*, 61(6), 903-913. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2009.01217.x>
- Waskita, K. N., Nurmaulawati, R., & Rezaldi, F. (2023). Efek Penambahan Substrat Madu Hutan Baduy Pada Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Dalam Menurunkan Kolesterol Ayam Broiler (*Gallus galus*) Sebagai Inovasi Produk Bioteknologi Konvensional Terkini. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 2(1), 112-120. <https://doi.org/10.55606/klinik.v2i1.883>
- Wassmann R. and Pathak H. 2007. Introducing greenhouse gas mitigation as a development objective in rice-based agriculture: II. Cost-benefit assessment for different technologies, regions and scales. *Agril. Systems*. 94: 826–840.
- West, T.O., & Marland, G., (2002). A Synthesis of Carbon Sequestration, Carbon Emissions, and Net CarbonFlux in Agriculture: Comparing Tillage Practices in The United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 91 (1-3), 217–232. [https://doi:10.1016/S0167-8809\(01\)00233-X](https://doi:10.1016/S0167-8809(01)00233-X).