

Pengembangan Perkebunan Sagu Berkelanjutan Melalui Penguatan Kapasitas Petani di Kabupaten Indragiri Hilir

Partini^{1*}, Melinda Noer², Irfan Suliansyah³, Dodi Devianto⁴

¹ Program Doktor, Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang, Indonesia

² Program Studi S3 Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang, Indonesia

³ Departemen Agronomi Universitas Andalas Padang, Indonesia

⁴ Departemen Matematika dan Data Sains Universitas Andalas Padang, Indonesia

*E-mail: partiniprasetia2@gmail.com

Diterima: 03/10/2025

Direvisi: 23/12/2025

Disetujui: 29/12/2025

ABSTRAK

Kegiatan pertanian yang dilakukan melalui intensifikasi dan penggunaan input kimia buatan mampu meningkatkan produksi pangan dunia. Namun hal ini menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, konflik sosial dan kerentanan petani terhadap harga input. Diperlukan sistem pertanian yang mampu menyeimbangkan antara produksi, lingkungan dan problem sosial. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengetahuan dan kelembagaan lokal dalam pengelolaan perkebunan sago serta merumuskan model penguatan kapasitas petani dalam pengelolaan limbah sago berbasis pengetahuan dan kelembagaan lokal tersebut. Penelitian dilakukan di Kabupaten Indragiri Hilir pada Bulan November 2023 sampai Januari 2024. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi dan wawancara mendalam. Informan dalam penelitian ini terdiri dari petani, tokoh masyarakat, penebang sago, pedagang pengepul, pemilik pabrik, penyuluh pertanian, dan Dinas Perkebunan Kabupaten Indragiri Hilir. Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan pendekatan Miles dan Hubberman meliputi tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, koding awal, menentukan tema dan menyajikan data. Pengetahuan lokal petani dalam pengelolaan sago diperoleh petani melalui pengalaman berupa praktik budidaya, pemanenan yang ramah lingkungan. Kelembagaan lokal berupa paguyuban petani sago dan keberadaan resolusi konflik informal. Pengetahuan lokal penting dalam meningkatkan kapasitas petani sebagai basis pengetahuan dan inovasi, sementara kelembagaan lokal berperan dalam meningkatkan kerjasama dan peran aktif petani. Kombinasi kedua nilai lokal ini menjadikan petani memiliki kapasitas yang lebih baik dalam pengelolaan sago yang terintegrasi antara kebun dengan pabrik dan mampu memaksimalkan pengelolaan limbah.

Kata kunci: Input internal, limbah, pengetahuan lokal

ABSTRACT

Agricultural activities through intensification and the use of chemical inputs have increased global food production. However, this has had negative impacts on the environment, social conflict, and farmers' vulnerability to input prices. A farming system that balances production, the environment, and social issues is needed. This study aims to identify local knowledge and institutions in sago plantation management and formulate a model for strengthening farmers' capacity in sago waste management based on this local knowledge and institutions. The study was conducted in Indragiri Hilir Regency from November 2023 to January 2024. Data collection was carried out through observation, documentation, and in-depth interviews. Informants in this study consisted of farmers, community leaders, sago cutters, traders, factory owners, agricultural extension workers, and the Indragiri Hilir Regency Plantation Office. Data analysis was conducted qualitatively using the Miles and Hubberman approach, including problem identification, data collection, initial coding, determining themes, and presenting data. Farmers' local knowledge in sago management is obtained through experience in environmentally friendly cultivation and harvesting practices. Local institutions include sago farmer associations and the existence of informal conflict resolution. Local knowledge is crucial for enhancing farmers' capacity as a basis for knowledge and innovation, while local institutions foster collaboration and active farmer participation. The combination of these two local values improves farmers' capacity for integrated sago management between plantations and mills, maximizing waste management.

Keywords: Internal input, local knowledge, waste.

PENDAHULUAN

Inovasi besar-besaran dibidang pertanian melalui revolusi hijau berhasil meningkatkan produksi pangan secara pesat sehingga dapat memenuhi kebutuhan pangan penduduk dunia. Pada prakteknya, revolusi hijau mengharuskan praktek pertanian intensif yang mengharuskan penggunaan input eksternal tinggi seperti pupuk dan pestisida kimia buatan. Hal ini menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, meningkatkan kerentanan petani terhadap harga input produksi serta berpotensi menimbulkan konflik sosial. Pengembangan sistem pertanian dengan input eksternal yang lebih sedikit dan lebih murah serta ramah lingkungan menjadi kebutuhan banyak negara. Sistem pertanian seperti ini, dalam jangka panjang mendorong terciptanya pertanian yang berkelanjutan.

Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap produk yang ramah lingkungan mendorong penyediaan bahan pangan yang dihasilkan dari praktek pertanian yang berkelanjutan. Salah satu komoditas pangan yang sangat potensial sebagai penghasil karbohidrat adalah sagu. Tanaman ini memiliki kandungan pati yang paling tinggi dibanding tanaman pangan lain (Ehara, 2009), indeks glikemik yang lebih rendah dari beras (Hariyanto, 2017), dan mudah pengelolannya serta ramah lingkungan (Tan et al., 2021). Penurunan produksi gandum di negara-negara produsen diikuti dengan peningkatan permintaan tepung komposit pengganti gandum (Wang & Jian, 2022) menjadikan peluang sagu untuk dikembangkan sebagai bahan pangan masa depan (*future food*). Pengembangan sagu menjadi penting dalam mendukung ketahanan pangan dunia dan sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) yakni *zero hunger* (SDG 2) yang terintegrasi dengan tujuan-tujuan lain yakni konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (SDG 12) dan penanganan perubahan iklim (SDG 13).

Lahan sagu terbesar di dunia berada di Indonesia yakni 5,4 juta hektar yang sebagian besar berada di Papua (Djoefrie et al. 2014). Lahan ini belum dikelola dengan baik bahkan masih masuk dalam kawasan hutan. Lahan sagu yang telah dimanfaatkan untuk kegiatan produksi sagu hanya sekitar 318.563 hektare

atau hanya sekitar 6%, dimana Provinsi Riau merupakan penghasil tepung sagu terbesar di Indonesia yakni 80,99 % dari produksi sagu nasional. Sagu ini dihasilkan dari beberapa kabupaten yaitu Kepulauan Meranti, Indragiri Hilir, Bengkalis, dan Pelalawan (Ditjenbun RI, 2020).

Petani merupakan aktor utama dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan. Pertanian berkelanjutan menekankan penggunaan sumberdaya lokal untuk meminimumkan penggunaan input kimia buatan. Praktek ini dapat memperbaiki kesehatan dan kesuburan tanah dengan meningkatkan karbon organik tanah, nitrogen dan aktivitas mikroba. Hal ini menjadikan tanah tetap sehat dan memiliki daya dukung jangka panjang (Djuwendah et al., 2018), (Firth et al., 2020). Penggunaan input luar yang minimum menjadikan sistem lebih inklusif sehingga dapat meningkatkan kemandirian petani, membangun pengetahuan dan kapasitas untuk menggunakan sumber daya lokal secara efektif (Mustikarini & Santi, 2020), serta membantu meningkatkan stabilitas ekonomi petani kecil (Djuwendah et al., 2018). Studi menunjukkan bahwa praktik pertanian yang berkelanjutan dapat mencapai ketahanan pangan global dengan meminimalkan degradasi lingkungan dan mempertahankan fungsi ekosistem yang penting (Rehman et al., 2022), (Sharma et al., 2024).

Perkebunan sagu di daerah Indragiri Hilir, berada di pesisir yang jauh dari pusat pemerintahan menyebabkan kurangnya infrastruktur dan tenaga penyuluh. Budidaya dilakukan secara semi intensif dengan pengetahuan yang diperoleh melalui pengalaman dari generasi-generasi sebelumnya.

Rendahnya kapasitas berupa kemampuan petani dalam memanfaatkan kembali limbah pertanian menjadi salah satu kendala dalam menciptakan perkebunan sagu yang berkelanjutan (Murod et al., 2018). Keterbatasan pendidikan dan sumber daya membatasi penerapan praktik berkelanjutan dan adaptasi terhadap inovasi (Myeni et al., 2019). Keterbatasan infrastruktur juga melemahkan kapasitas adaptif petani (Ofori-Kyereh et al., 2022).

Biomassa yang dihasilkan dari perkebunan sagu sangat melimpah berpotensi untuk

dikembangkan sebagai sumber bahan organik. Keberadaan pabrik pengolahan sagu juga menghasilkan limbah ampas (*repu*) dalam jumlah besar. Terdapat 60 pabrik pengolahan sagu basah dan 2 pabrik sagu kering (Dinas Perkebunan Kabupaten Inhil, 2024). Limbah ampas sagu ini memiliki kandungan unsur hara yang baik bagi pertumbuhan tanaman dan bahan pakan ternak sehingga sangat potensial untuk dikembangkan. Limbah ampas ini dapat diolah menjadi berbagai produk yang bernilai tambah seperti kompos, pakan ternak atau media tanam. Kompos yang dihasilkan bisa dikembalikan ke lahan sagu sebagai input produksi lagi atau dipasarkan ke luar kelompok. Pemanfaatan limbah pengolahan untuk sumber hara bagi tanaman merupakan upaya untuk menciptakan ekonomi sirkular. Hal ini sudah banyak diterapkan pada industri kelapa sawit yang memanfaatkan limbah serat buah kelapa sawit untuk media tanam (Apriyanto & Santika, 2021) atau dikembalikan ke lahan sebagai sumber bahan organik.

Terbatasnya tenaga penyuluh menyebabkan tidak ada kelompok tani formal sehingga petani tidak dapat mengakses program-program pemerintah dan kapasitas petani dalam berinovasi rendah. Petani membentuk kelembagaan lokal seperti paguyuban sebagai wadah berkumpul dan sarana bertukar informasi. Rendahnya partisipasi dan kesadaran petani membuat pertukaran informasi dan inovasi teknologi pengomposan sehingga limbah ampas sagu dan biomassa yang melimpah belum dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi mencemari lingkungan dan perairan.

Permasalahan limbah merupakan kendala utama dalam pengelolaan sagu berkelanjutan (Murod et al., 2018) karena limbah ampas sagu menjadi polutan utama dalam industri pengolahan sagu (Hafidawati et al., 2023). Upaya mengoptimalkan pemanfaatan limbah memerlukan petani yang memiliki kapasitas dalam berinovasi dan kesadaran lingkungan. Pengetahuan yang dimiliki petani selama ini sebenarnya merupakan praktik budidaya yang ramah lingkungan (Kamakaula et al., 2023) sehingga perlu didukung dan dikembangkan untuk meningkatkan potensi lokal dari kebun sagu. Peningkatan kapasitas petani dan kelembagaan merupakan sarana yang sangat

efektif untuk meningkatkan kapasitas petani (Anantanyu, 2011). Keberadaan kelembagaan lokal dan partisipasi petani mampu menciptakan pertanian yang berkelanjutan (Uphoff, 1992). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengetahuan dan kelembagaan lokal dalam pengelolaan perkebunan sagu, serta merumuskan model penguatan kapasitas petani dalam pengelolaan limbah sagu berbasis pengetahuan dan kelembagaan lokal.

METODE

Penelitian dilakukan di Kabupaten Indragiri Hilir pada bulan November 2023 sampai Januari 2024. Pemilihan lokasi berdasarkan pertimbangan bahwa Kabupaten Indragiri Hilir adalah daerah penghasil sagu di Provinsi Riau yang cukup produktif. Sagu telah ditanam oleh masyarakat sejak ratusan tahun yang lalu dan menjadi bagian penting dalam kehidupan ekonomi, sosial dan budaya masyarakat. Lokasi penelitian dilakukan di empat kecamatan yang menjadi sentra tanaman sagu yaitu Kecamatan Gaung, Gaung Anak Serka (GAS), Mandah dan Pelangiran.

Pengambilan data dilakukan melalui observasi, diskusi kelompok (*Focus Group Discussion/FGD*) dan wawancara mendalam (*in depth interview*) dengan panduan kuesioner semi terstruktur. Informan kunci terdiri dari petani, pekerja penebang sagu, pedagang pengepul, pemilik pabrik pengolahan sagu, penyuluh pertanian, kepala desa, tokoh masyarakat, tokoh adat melayu dan Dinas Perkebunan Kabupaten Indragiri Hilir sebagaimana disajikan pada **Tabel 1**.

Validasi data dilakukan dengan cara triangulasi data yakni membandingkan data wawancara dengan observasi dan dokumen atau literatur pendukung. Validasi data juga dapat dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dari metode wawancara dengan data FGD.

Metode analisis data dilakukan secara kualitatif dengan menggunakan analisis tematik. Analisis tematik digunakan untuk memperoleh tema untuk yang digunakan sebagai kunci dalam menentukan fokus permasalahan dalam penelitian. Analisis tematik bertujuan mengidentifikasi, menganalisis dan membuat tema-tema dalam data dengan cara membuat

transkrip data hasil wawancara, kemudian membuat koding terbuka, mengelompokkan ke dalam kode yang sama dan membuat tema utama (Clarke & Braun, 2021). Analisis tematik dalam penelitian ini mengacu pada tujuan

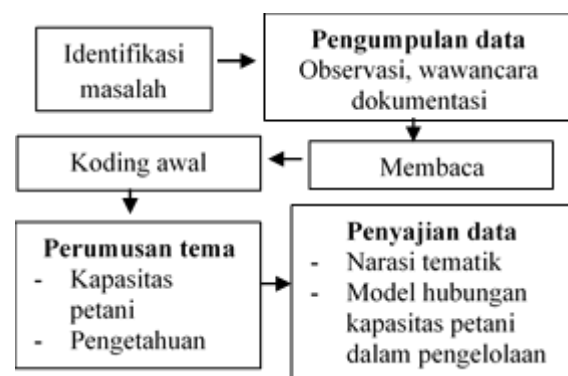
penelitian yakni mengidentifikasi pengetahuan dan kelembagaan lokal dan merumuskan peran kelembagaan dan pengetahuan lokal dalam penguatan kapasitas petani.

Tabel 1. Daftar informan kunci dalam wawancara mendalam

No	Responden	Kriteria	Jumlah	Kebutuhan
1	Petani pemilik kebun	Memahami praktek pengelolaan kebun sagu	4	Menggali informasi praktek pengelolaan kebun sagu
2	Petani dan pemilik kilang	Memahami kualitas tual dan mekanisme pemasaran.	1	Menggali informasi hubungan yang terjadi antara petani dengan pembeli tual.
3	Penyuluh pertanian	Memahami dinamika petani sagu	2	Menggali informasi permasalahan dan kebutuhan petani pemanfaatan limbah.
4	Lembaga Adat Melayu Riau (LAMR) Kabupaten Indragiri Hilir	Memahami tentang sejarah perkebunan sagu dan nilai-nilai persaguan bagi masyarakat.	1	Menggali informasi nilai-nilai sosial budaya tentang sagu.
5	Dinas Perkebunan Kabupaten Indragiri Hilir	Memahami permasalahan dan program atau kebijakan terkait perkebunan sagu.	1	Menggali informasi terkait kebijakan dalam pengembangan sagu.
6	Kepala Desa (Wali)	Memahami dinamika masyarakat dalam pengelolaan perkebunan sagu dan pemanfaatannya.	4	Menggali informasi dinamika pengelolaan sagu yang ada di masyarakat.
7	Tokoh masyarakat	Memahami nilai dan filosofi dalam praktek-praktek yang berkaitan dengan pengelolaan kebun, pemanfaatan sagu serta aturan/larangan yang ada.	4	Menggali lebih dalam informasi tentang kearifan lokal yang terkait dengan sagu dan nilai-nilai yang terkandung di dalamnya.
8	Pekerja penebang	Memiliki pengetahuan praktis dalam kegiatan pemanenan	1	Menggali informasi tentang praktek pemanenan mulai dari pemilihan batang, proses panen, sampai pengangkutan ke pabrik.
9	Pedagang pengepul	Memiliki pengetahuan tentang proses pemasaran tual sagu.	1	Menggali informasi tentang nilai, proses dan praktek jual beli tual sagu.

Tahapan analisis dalam penelitian kualitatif menurut Miles et al., (2014), meliputi pengumpulan data, penyajian data, kondensasi data, dan penarikan kesimpulan. Data yang dikumpulkan dapat langsung disajikan atau dikondensasi. Kondensasi data dilakukan dengan cara merangkum, memilih dan memfokuskan hal-hal penting kemudian mencari tema dan polanya. Pada tahap penarikan kesimpulan, jika pertanyaan penelitian belum terjawab dan memerlukan tambahan informasi, peneliti dapat kembali ke proses sebelumnya. Proses ini dilakukan secara iteratif sehingga semua tahapan dapat dilakukan secara berhubungan dan simultan. Peneliti bisa kembali ke data berkali-kali untuk meninjau, mengkode ulang, atau menyesuaikan tema

sampai diperoleh pemahaman yang mendalam dan terpenuhi kebutuhan penelitian. Tahapan analisis penelitian ini disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tahapan analisis penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Praktek pengelolaan perkebunan sagu

Kabupaten Indragiri Hilir merupakan daerah rawa yang dipengaruhi oleh pasang surut dengan topografi lahan sebagian besar berupa dataran rendah dengan ketinggian rata-rata kurang dari 5 m dpl. Luas perkebunan sagu seluas 17.964 Ha, terdapat di Kecamatan Mandah seluas 3.931 Ha, Pelangiran seluas 8.384 Ha, Gaung 2.331 Ha, Gaung Anak Serka 3.201 Ha dan sebagian kecil di Kecamatan Batang Tuaka dan Pulau Burung (Dinas Perkebunan Indragiri Hilir, 2024). Pengembangan sagu pertama di Indragiri Hilir dilakukan sekitar tahun 1892 di daerah Mandah dan sekitarnya ketika daerah ini berada dibawah kekuasaan Kesultanan Lingga (Samad, 1985). Terdapat tiga jenis sagu yang ditanam petani yakni sagu tidak berduri (sagu bemban), sagu berduri pendek (sagu sangke), dan sagu berduri panjang. Perkebunan sagu tersebut saat ini sudah berusia ratusan tahun dan masih dikelola masyarakat secara turun temurun. Lokasi perkebunan sagu ini berada di sekitar bantaran sungai yang terkena pengaruh pasang surut sungai.

Sistem pengelolaan perkebunan sagu cukup mudah dan tidak membutuhkan input kimia buatan yang tinggi. Perawatan intensif hanya dilakukan pada tanaman dibawah umur 3 tahun untuk menjaga dari gangguan hama babi dan monyet serta gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman. Syarat tumbuh sagu yang membutuhkan kondisi tanah lembab (Bintoro, 2018) menjadikan pembukaan lahan kebun sagu juga tidak memerlukan drainase yang masif sehingga potensi penurunan permukaan pada lahan terutama tanah gambut (*peat subsidence*) dapat diminimumkan. Praktek pemanenan juga tidak memerlukan jaringan jalan namun dapat melalui sungai-sungai disekitar kebun.

Tahap pra penanaman. Pada tahap pra penanaman, hal yang perlu diperhatikan adalah pemilihan lokasi tanam dan pemilihan varietas yang sesuai. Petani memilih lahan untuk penanaman sagu di daerah sekitar sungai yang memperoleh pengaruh pasang surut dan kadar garam yang rendah yakni ke arah hulu setelah vegetasi nipah. Menurut Bintoro (2018), kondisi lingkungan ini sangat mendukung pertumbuhan sagu. Petani tidak melakukan

penanaman sampai pinggir sungai namun harus menyisakan vegetasi alami yang dinamakan tanah buang. Zona perkebunan sagu ditentukan di antara sempadan sungai dengan pemukiman atau perkebunan kelapa. Posisi perkebunan sagu ini berfungsi sebagai zona konservasi air dan *buffer zone* yang dapat menahan terjangan angin dan banjir. Berdasarkan hasil wawancara di lapangan, tanaman sagu memiliki perakaran yang kuat sehingga tidak tumbang meskipun ada angin besar. Menurut Flach (1997), (Bintoro et al., 2018), sagu memiliki karakteristik perakaran yang baik untuk mendukung pertumbuhan pada kondisi lahan tergenang. Kemampuan hidup yang baik di sekitar riparian sungai membuat sagu menjadi jalur hijau yang efektif mengurangi resiko bencana (Samiento et al., 2017).

Tahap penanaman. Kegiatan pembukaan lahan dan penanaman sagu umumnya dilakukan secara gotong royong untuk menekan biaya yang tinggi. Terdapat aturan jika dalam satu keluarga membuat kebun sagu, maka penanaman didahulukan untuk saudara tertua. Lokasi yang dipilih adalah lahan yang terdekat dari sungai. Waktu penanaman harus dilakukan sebelum matahari tinggi (sebelum siang), bayangan pemanen juga tidak boleh menimpa anakan sagu dan bibit sagu tidak boleh bergoyang. Hal ini dipercaya agar anakan sagu yang ditanam tidak mati. Istilah dalam penanaman sagu tidak boleh menggunakan kata menanam tetapi menggunakan istilah mengalih-alih abot anak sagu. Istilah menanam berlaku untuk sesuatu yang mengalami kematian, sementara yang diharapkan dari sagu adalah kehidupan. Tanaman sagu berkembang biak dengan cara bertunas, sehingga tidak perlu penanaman ulang karena akan selalu beregenerasi melalui tunas-tunas baru.

Perawatan. Sagu merupakan tanaman yang mampu bertahan dengan perawatan yang minim. Perawatan intensif hanya dilakukan ketika tanaman dibawah umur tiga tahun berupa pemberian pupuk awal, pembersihan gulma dan monitoring tanaman dari serangan hama monyet dan babi hutan. Tanaman yang sudah berumur diatas tiga tahun tidak dilakukan. Petani beralasan bahwa pupuk yang diberikan akan hilang tercuci saat pasang surut.

Menurut Nemenzo et al., (2012), kebutuhan unsur hara tanaman sagu dapat dipenuhi oleh keberadaan mikroba pengikat nitrogen di sekitar tanaman yang membantu penyediaan unsur hara bagi tanaman. Penanaman sagu yang berada di daerah sekitar sungai juga memperoleh endapan lumpur dari pasang surut. Mekanisme pasang surut ini memberikan keuntungan bagi tanaman sagu karena pada saat pasang, air membawa endapan material mengandung unsur hara yang diperlukan tanaman dan ketika surut mencuci unsur-unsur beracun (Sudira et al., 2018).

Pengendalian hama dan penyakit jarang dilakukan karena tanaman sagu yang sudah di atas tiga tahun relatif jarang terserang hama penyakit. Serangan hama babi hutan dan monyet umumnya pada saat awal penanaman sampai menjelang umur 3 tahun dengan memakan umbut sagu. Menjelang 3 tahun gulma di sekitar tanaman dibersihkan dengan cara tebas lorong. Setelah 3 tahun tajuk tanaman sudah menutupi lahan sehingga menghalangi pertumbuhan gulma. Perawatan yang perlu dilakukan adalah pemangkasan pelepah dan pengurangan anakan untuk memaksimalkan pembentukan batang. Perawatan ini juga berfungsi untuk menjaga kebun sagu agar tidak menghitan sehingga memudahkan proses pemanenan. Dalam prakteknya, hal ini jarang dilakukan karena petani masih banyak yang beranggapan bahwa semakin banyak batang dalam rumpun akan semakin banyak batang yang bisa dipanen. Perbedaan ukuran tidak mempengaruhi harga jual sehingga petani petani berorientasi pada kuantitas bukan kualitas batang sagu. Batang sagu dijual dalam bentuk *tual* yakni potongan batang sagu dengan ukuran sekitar 1,2 meter.

Pemeliharaan *parit* merupakan kegiatan penting selain perawatan kebun. Sebagai urat nadi kehidupan dan jaringan sistem transportasi, keberadaan *parit* sangat penting sehingga perlu perawatan bersama. Perawatan pada *parit* utama (*parit kongsi*) dilakukan secara gotong royong karena kepemilikan *parit* kongsi ini milik komunitas. Pembersihan *parit* (*cuci parit*) berfungsi untuk menjaga kebersihan *parit* sehingga transportasi tidak terganggu.

Pemanenan. Pemanenan sagu dilakukan paling cepat saat tanaman berusia 8 tahun. Batang sagu

yang dipanen adalah batang yang masak tebang (MT). Kriteria masak tebang ini oleh masyarakat dikenal dengan fase *menyorong* yakni fase akhir vegetatif yang ditandai dengan bentuk pelepah yang membentuk corong ke atas dan munculnya jantung bunga (*angau muda*). Penebangan batang sagu dilakukan dengan menggunakan alat potong manual yaitu kapak dan memotongnya menggunakan gergaji mesin. Pemanenan batang sagu adalah pekerjaan yang berat dan membutuhkan keahlian khusus sehingga banyak dikerjakan oleh pemanen khusus. Hal ini sering menyebabkan konflik karena kesalahan tebang. Batas kebun yang tidak jelas menyebabkan pemanen tidak mengetahui dan menebang pohon sagu milik petani lain.

Pascapanen. Kegiatan setelah pemanenan adalah mengeluarkan *tual-tual* sagu menuju badan air dengan cara digelindingkan atau *digolek* sehingga cara ini dikenal dengan nama *menggolek sagu*. *Tual* sagu yang sudah dikeluarkan dari dalam kebun selanjutnya direndam sebelum dibawa ke pabrik. Perendaman bertujuan untuk menghindari agar tidak dimakan babi atau monyet dan menjaga kualitas pati sagu dan tidak mudah busuk (Tampubolon et al., 2021). Menurut petani, perendaman mampu membuat *tual* sagu bertahan sampai satu bulan bahkan lebih. Semakin baik kualitas *tual* semakin lama terjadi pembusukan. *Tual* sagu yang baik ditandai dengan kulit yang keras dan bagian dalam berwarna kemerahan.

Proses pengangkutan *tual* sagu ke pabrik dilakukan melalui jalur sungai dengan cara dirakit dan ditarik menggunakan kapal motor. Proses ini dinamakan dengan istilah *menarik tual*. Metode pengangkutan seperti ini sangat efektif untuk daerah rawa dimana sungai merupakan jalur transportasi utama. Cara ini juga efisien karena dalam sekali pengangkutan dapat membawa *tual* dalam jumlah besar mencapai ribuan *tual*.

Proses pemasaran *tual*. Perkembangan permintaan terhadap tepung sagu turut meningkatkan permintaan terhadap bahan baku (*tual* sagu) oleh pabrik. Terdapat dua saluran pemasaran *tual* sagu yakni saluran pertama dari petani langsung ke pabrik, saluran kedua dari petani ke pengepul *tual* kemudian ke pabrik.

Petani yang memiliki akses langsung ke pabrik biasanya akan menjual langsung ke pabrik. Sedangkan model saluran kedua dilakukan petani karena beberapa alasan yakni petani memiliki hubungan kekerabatan dengan pengepul, petani tidak memiliki akses langsung ke pabrik. Bagi pabrik besar, perusahaan hanya menerima pembelian tual dari pihak yang memiliki DO (*delivery order*). DO merupakan dokumen resmi dari pembeli (pabrik) yang memerintahkan pihak penjual (petani atau pengepul) untuk mengirimkan barang ke kilang. DO ini biasanya hanya dimiliki pengepul atau petani yang memiliki lahan cukup luas.

Pasar batang sagu berbentuk oligopsoni di mana jumlah pembeli (*toke*) dan pengepul sangat terbatas sementara jumlah penjual (petani) relatif banyak. Kondisi ini menempatkan petani sagu dalam posisi tawar yang lemah, karena mereka hanya memiliki sedikit pilihan pembeli untuk menjual hasil panennya. Kondisi ini semakin diperparah jika petani terikat pinjaman (hutang) kepada pembeli. Peran paguyuban petani dapat memfasilitasi petani dalam memperoleh akses pasar dan membantu negosiasi harga.

Bentuk pengetahuan dan kelembagaan lokal pada pengelolaan perkebunan sagu

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, maka bentuk-bentuk pengetahuan dan kelembagaan lokal yang terdapat dalam pengelolaan perkebunan sagu dapat disajikan pada **Tabel 2**. Pengetahuan lokal petani dalam mengelola kebun sagu dinilai ramah lingkungan sehingga mendorong pertanian yang berkelanjutan (Stigter et al., 2005). Praktek tersebut berupa penggunaan varietas lokal yang adaptif, sistem perawatan dan pemanenan yang ramah lingkungan. Pembersihan gulma dengan sistem “*tebas lorong*” dan tidak menggunakan pestisida kimia merupakan cara yang efektif, murah dan tidak mencemari lingkungan. Sisa-sisa tebang yang tidak dibawa keluar kebun menjadi sumber bahan organik. Bahan ini juga membantu menjaga kelembaban lahan dan menyediakan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan mikroba yang menguntungkan tanaman (Ehara, 2018). Praktik ini mendukung keberlanjutan sagu karena dalam jangka panjang dapat mengurangi biaya penggunaan pupuk kimia dan meningkatkan C-organik tanah (Firth et al., 2020).

Pemanenan hanya dilakukan untuk batang yang sudah masak tebang (MT) karena pada fase ini rendemen pati sagu paling tinggi. Pemanenan yang terlalu cepat menghasilkan rendemen pati yang rendah sedangkan jika lewat masak tebang rendemen pati sudah mulai menurun (Chua et al., 2021). Batang yang sudah masak tebang jika tidak dipotong akan mengganggu dan merusak pertumbuhan batang lain dalam rumpun. Hal ini juga mengartikan bahwa harus dilakukan suksesi kepemimpinan dalam rumpun. Batang sagu yang paling tua dianggap sebagai pemimpin dan jika sudah waktunya, harus ditebang atau digantikan oleh batang lain yang lebih muda untuk memimpin. Penebangan batang yang sudah masak tebang juga memberikan ruang untuk pertumbuhan batang sagu yang lebih muda agar memperoleh pencahayaan yang optimum dan mengurangi persaingan unsur hara. Penebangan dilakukan menggunakan kapak karena penggunaan gergaji mesin dianggap akan mengganggu anakan sagu di dalam rumpun. Percikan oli dari mesin gergaji mencemari anakan sagu dan dipercaya menyebabkan kematian.

Peran pengetahuan dan kelembagaan lokal dalam menguatkan kapasitas petani

Kapasitas petani mengacu pada kemampuan mereka secara individu atau kolektif dalam mengelola dan merespons tantangan, berinovasi, dan mempertahankan atau meningkatkan produktivitas (Asfaw et al., 2016). Kapasitas petani ini mencakup pengetahuan teknis dalam budidaya, sikap, jaringan sosial dan akses terhadap sarana pendukung.

Praktek-praktek pengelolaan yang telah dijelaskan di atas, selain berdampak positif terhadap lingkungan juga memberikan keuntungan secara ekonomi. Penggunaan penggunaan sisa-sisa tebang sebagai sumber bahan organik dan proses *menggolek*, menurunkan ketergantungan petani terhadap input dari luar sistem. Hal ini menurunkan biaya petani sehingga dalam jangka panjang menguntungkan secara ekonomi. Nilai-nilai sosial juga sangat penting untuk menekan biaya petani. Sistem gotong royong merupakan kerja kolektif yang sudah menjadi kearifan lokal masyarakat Indonesia. Nilai-nilai ini modal sosial yang sangat penting bagi masyarakat pedesaan, yang seringkali dihadapkan pada

kendala modal finansial. Kegiatan gotong royong dapat meminimumkan biaya pembuatan kebun yang membutuhkan modal cukup besar

(Slikkerveer, 2019), (Lukiyanto & Wijayaningtyas, 2020).

Tabel 2. Hasil identifikasi kelembagaan dan pengetahuan lokal pengelolaan perkebunan sagu di Kabupaten Indragiri Hilir

No	Deskripsi	Kategori	Tema
1	Penggunaan sagu varietas lokal yakni sagu bemban (tidak berduri), sagu sengke (berduri sedikit) dan sagu berduri banyak berdasarkan jenis lahan.	Penggunaan sumberdaya lokal	Pengetahuan lokal
2	Gotong royong dalam pembuatan kebun baru, pembersihan (<i>pencucian parit</i>) terutama pada parit primer (<i>parit kongsi</i>) dan fasilitas umum lain terkait kebun sagu.	Nilai sosial kebersamaan untuk meminimalkan input finansial	Kelembagaan lokal
3	Perawatan intensif diawal penanaman sampai berumur 3 tahun untuk menghindari serangan hama babi atau monyet dan gulma agar tidak mengganggu pertumbuhan tanaman.	Meminimalkan penggunaan input eksternal (pupuk dan pestisida kimia)	Pengetahuan lokal
4	Pengendalian gulma dengan <i>tebas lorong</i> dan memotong pohon pengganggu (kayu mahang) secara manual.	Meminimalkan penggunaan input kimia	Pengetahuan lokal
5	Pelepah dan sisa tebang tidak angkut keluar lahan.	Penggunaan sumberdaya lokal	Pengetahuan lokal
6	Menggunakan pelepah untuk jalan <i>menggolek</i> .	Meminimalkan penggunaan input dari luar kebun.	Pengetahuan lokal
8	Penyelesaian konflik yang terjadi secara kekeluargaan.	Peran kelembagaan lokal dalam resolusi konflik	Kelembagaan lokal
9	Petani membentuk kelompok non formal sebagai wadah untuk berkumpul, bekerja sama dan bertukar informasi.	Peran kelembagaan lokal dalam meningkatkan kerjasama.	Kelembagaan lokal
9	Pengolahan sagu di kilang menghasilkan ampas (<i>repu</i>) dan kulit batang sagu	Potensi untuk meningkatkan kesuburan dan pengolahan menjadi produk yang memiliki nilai tambah.	Pengetahuan dan kelembagaan lokal

Sumber: Data Penelitian Diolah (2024)

Berdasarkan pemaparan di atas, model hubungan kapasitas petani untuk pengelolaan limbah perkebunan sagu dapat dirumuskan dalam **Gambar 2**. Berdasarkan **Gambar 2**, optimalisasi pemanfaatan limbah dan biomassa pada perkebunan sagu dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penguatan kapasitas petani.

Pengetahuan lokal petani dalam praktek budidaya dengan input kimia buatan yang rendah serta praktek pemanenan yang ramah lingkungan menjadikan perkebunan sagu lebih ramah lingkungan. Pengetahuan lokal petani dalam mengelola perkebunan sagu di Indragiri Hilir diperoleh secara turun temurun. Pengetahuan lokal seperti ini menjadi modal penting untuk peningkatan kapasitas petani dan memperkuat praktik pertanian. Pengetahuan diturunkan dari generasi ke generasi yang

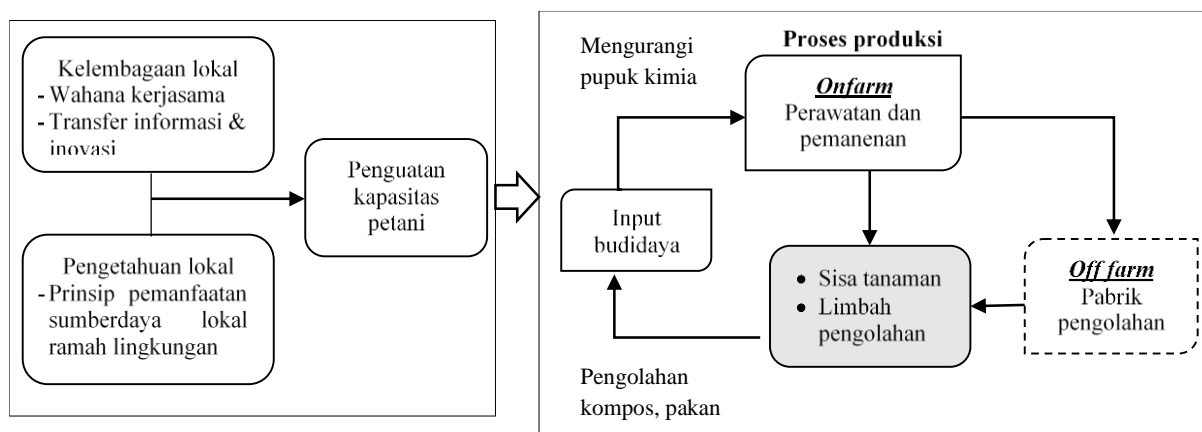
dilakukan secara bersama dalam komunitas sehingga dapat memperkuat ketangguhan sosial, ekonomi dan ekologis (Partini *et al.*, 2025).

Menurut Saleh (2021), kelembagaan lokal dapat meningkatkan kapasitas petani. Kelompok seperti paguyuban petani berperan sebagai kelompok belajar, wahana kerjasama dan penyebarluasan pengetahuan serta inovasi. Kelembagaan lokal ini berperan penting karena lahir dari masyarakat itu sendiri yang lebih dipercaya dan berakar pada nilai dan norma setempat. Lembaga lokal juga memainkan peran penting dalam mempromosikan pertanian berkelanjutan dengan meningkatkan modal sosial dan menumbuhkan kepercayaan, jaringan, dan timbal balik diantara anggota masyarakat (Phuoc *et al.*, 2020).

2. Pemanfaatan sumberdaya lokal dan limbah dalam proses produksi

Biomassa yang dihasilkan dari kebun sagu memiliki peran penting dalam mendukung kesuburan lahan, khususnya pada ekosistem gambut dan lahan basah tempat sagu tumbuh. Tanaman sagu menghasilkan biomassa yang sangat besar, mulai dari pelepah, daun, dan

batang. Pengembalian bahan-bahan organik tersebut selama ini dilakukan secara langsung tanpa perlakuan khusus yang mempercepat penguaraian bahan-bahan tersebut. Proses seperti pencacahan bahan atau pengomposan dapat dilakukan untuk mempercepat penyediaan unsur hara tanaman namun tidak dilakukan petani.



Gambar 2. Peran kelembagaan dan pengetahuan lokal untuk meningkatkan kapasitas petani dalam pemanfaatan limbah biomassa sagu Sumber: Data Penelitian Diolah (2024)

Proses pengolahan pati sagu di pabrik menghasilkan banyak limbah ampas (*repu*) yang selama ini belum banyak dimanfaatkan. Pengolahan limbah ampas diperlukan agar tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah ini dikembalikan ke lahan melalui pengomposan atau langsung dikembalikan dalam bentuk mentah. Ampas ini dapat memperbaiki struktur dan kesehatan tanah, meningkatkan kapasitas menahan air dan memperkaya mikroorganisme tanah. Hasil penelitian Amin *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa ampas sagu yang dikomposkan mengandung unsur hara yang cukup tinggi. Pemanfaatan ampas dapat menghindari pembuangan limbah ke sungai yang berdampak pada pencemaran sungai. Limbah kulit batang sagu yang biasanya digunakan sebagai bahan bakar, sisa pembakarannya dapat digunakan sebagai *biochar* yang dapat memperbaiki struktur dan sifat kimia tanah (Fathi *et al.*, 2021). Penggunaan bahan organik dalam tanah berkontribusi pada kesuburan jangka panjang dan mengurangi biaya produksi.

Bagi petani yang memiliki usaha peternakan, ampas sagu dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak. Limbah ampas ini kaya akan

nutrisi karena masih mengandung pati sekitar 30,0 - 65,7 % (Trisia *et al.*, 2021). Integrasi ternak dengan sagu dapat membantu memenuhi kebutuhan unsur hara melalui penggunaan kotoran ternak sebagai pupuk. Pemanfaatan dan pengembalian limbah ke sistem dapat meningkatkan unsur hara, memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah sehingga dapat menekan penggunaan pupuk dari luar sistem. Dampak negatif dari limbah juga dapat diminimalkan bahkan diubah menjadi produk yang bernilai tambah.

Pengelolaan limbah sagu sangat bergantung pada kapasitas petani dalam memahami teknik pemanfaatan limbah untuk menghasilkan produk bernilai tambah seperti kompos dan pakan ternak. Transfer pengetahuan dapat dilakukan melalui dari petani satu ke petani lain. Transfer pengetahuan ini dapat dilakukan jika terjalin interaksi melalui kelompok. Karena limbah ampas sagu berada di satu tempat yakni di pabrik pengolahan maka kegiatan pengomposan akan efektif apabila dilakukan secara kelompok. Kegiatan yang dilakukan secara kelompok tidak hanya menjadi tanggung jawab individu, tetapi menjadi usaha kolektif yang terorganisir, sistematis, dan berkelanjutan.

Keberadaan kelompok terutama kelompok tani formal juga membuka peluang masuknya program pemerintah dan pengadaan bantuan peralatan menjadi lebih ringan.

SIMPULAN

Bentuk pengetahuan lokal petani dalam pengelolaan sago meliputi pengetahuan teknis dalam praktik budidaya, perawatan, pemanenan, dan pasca panen yang ramah lingkungan. Bentuk kelembagaan lokal berupa paguyuban petani sago dan resolusi konflik informal. Keduanya merupakan jawaban atas rendahnya jangkauan penyuluh dan program pemerintah. Pengetahuan lokal merupakan landasan pengetahuan sebagai sumber inovasi tentang praktik pengelolaan sago yang ramah lingkungan. Kelembagaan lokal menjadi wadah bekerjasama, pembelajaran dan penyebarluasan informasi serta mempermudah akses petani terhadap sumber daya. Kombinasi kedua nilai-nilai lokal tersebut menjadi modal penting dalam memperkuat kapasitas petani. Keberadaan kelompok membantu meningkatkan pertukaran informasi dan kerjasama antar petani dalam memanfaatkan limbah sehingga meningkatkan kesehatan lingkungan dan kesuburan tanah tanpa penggunaan pupuk kimia buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, N., Sabli, N., Izhar, S., & Yoshida, H. (2019). Sago Wastes and Its Applications. *Pertanika Journal Science & Technology*, 27(4), 1841–1862.
- Anantanyu, S. (2011). Kelembagaan Petani: Peran dan Strategi Pengembangan Kapasitasnya. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 7(2), 102–109.
- Apriyanto, E., & Santika, A. (2021). Potensi Limbah Serat Buah Sawit Sebagai Media Tanam Untuk Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 6(2), 107–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/jat.6.2.107-116>
- Asfaw, S., Mccarthy, N., Lipper, L., Arslan, A., & Cattaneo, A. (2016). What determines farmers' adaptive capacity? Empirical evidence from Malawi. *Food Security*. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0571-0>
- Bintoro, M. H., Iqbal Nurulhaq, M., Pratama, A. J., Ahmad, F., & Ayulia, L. (2018). Growing area of sago palm and its environment. In *Sago Palm: Multiple Contributions to Food Security and Sustainable Livelihoods* (pp. 17–29). Springer, Singapore.
- Chua, S. N. D., Kho, E. P., Lim, S. F., & Hussain, M. H. (2021). Sago palm (Metroxylon sago) starch yield, influencing factors and estimation from morphological traits. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 00(00), 1–23. <https://doi.org/10.1080/2374068X.2021.1878702>
- Clarke, V., & Braun, V. (2021). Thematic analysis: Practical guide. *The Journal of Positive Psychology*, 12(3), 297–298.
- Ditjenbun. (2020). *Statistik Perkebunan Indonesia 2018-2020*.
- Djuwendah, E., Priyatna, T., Kusno, K., Deliana, Y., & Wulandari, E. (2018). Building agribusiness model of LEISA to achieve sustainable agriculture in Surian Subdistrict of Sumedang Regency West Java Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–8.
- Ehara, H. (2009). Potency of Sago Palm as Carbohydrate Resource for Strengthening Food Security Program. *Indonesian Journal of Agronomy*, 37(3), 209–219.
- Fathi, N. K. M., Abdullah, S. M. A. A., Bukhori, M. F. M., Zailani, M. A., & Wahi, R. (2021). Physicochemical Properties of Sago Bark Biochar and Its Potential as Plant Growth Media. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 25(4), 622–636.
- Firth, A. G., Baker, B. H., Brooks, J. P., Smith, R., Bruce, R., & Davis, J. B. (2020). Agriculture, Ecosystems and Environment Low External Input Sustainable Agriculture: Winter Flooding in Rice Fields Increases Bird Use, Fecal Matter and Soil Health, Reducing Fertilizer Requirements. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 300(April), 106962. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106962>
- Flach, M. (1997). Sago palm: Metroxylon sago Rottb. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. *Biodiversity International*, 13. <http://sciencelinks.jp/j-east/article/200204/000020020401A1077090.php>
- Hafidawati, Yenie, E., Zahrina, I., Khairat, & Irfandy, B. D. (2023). Potential Study of Sago Dregs Waste as Renewable Energy: Quality and Economic Value of Sago Dregs

- Briquette Production. *Proceedings of the 14th International Sago Symposium*.
- Hariyanto, B. (2017). Penggunaan Beras Sagu Untuk Penderita Pradiabetes. *Jurnal Pangan*, 26(2), 127–136.
- Kamakaula, Y., Amruddin, Demmanggasa, Y., Saprudin, & Rahmat Joko Nugroho. (2023). The Role of Local Knowledge in Natural Resources Conservation : An Environmental Anthropological Perspective in Traditional Agriculture. *Global International Journal of Innovative Research*, 97–106.
- Lukiyanto, K., & Wijayaningtyas, M. (2020). Gotong Royong as social capital to overcome micro and small enterprises' capital difficulties. *Heliyon*, 6(9), e04879. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04879>
- Mawardi, Sudira, P., Sunarminto, B. H., Gunawan, T., & Purwanto, B. H. (2018). Pengaruh Pasang Surut terhadap Pengendapan Lumpur di Lahan Sawah Rawa Kawasan Sungai Barito Kalimantan Selatan. *Agritech*, 38(3), 273–281.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (Third edit). SAGE Publications, Inc.
- Murod, M., Kusmana, C., Bintoro, M. H., Widiatmaka, N., & Hilmi, E. (2018). Analisis Struktur Kendala dalam Pengelolaan Sagu Berkelanjutan di Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. *Buletin Palma*, 19(2), 101.
- Mustikarini, E. D., & Santi, R. (2020). The Empowerment Strategy of Newly Irrigated Rice Field Farmers through LEISA. *Society*, 8(1), 23–36.
- Myeni, L., Moeletsi, M., Thavhana, M., & Randela, M. (2019). Barriers A ff ecting Sustainable Agricultural Productivity of Smallholder Farmers in the Eastern Free State of South Africa. *Sustainability*, 11(3003), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11113003>
- Nemenzo, P. S., Rivero, G. C., & Rivera, W. L. (2012). Characterization of potential plant growth-promoting rhizobacterial isolates from sago (Metroxylon sagu Rottb.) palms. *Philippine Agricultural Scientist*, 95(1), 99–105.
- Ofori-Kyereh, B. E., J.F, M., & T.C.B, C. (2022). Constraints on Farmers' Adaptive Capacity to Climate Variability and Change. *Climate and Development*, 15, 312–324. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/17565529.2022.2083546>.
- Partini, Noer, M., Suliansyah, I., & Devianto, D. (2025). Membangun Resiliensi Perkebunan Sagu Berbasis Pengetahuan Lokal. *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 5(1), 43–50.
- Phuoc, T. H. I., Nguyen, L. A. I., Inkong, N., & Faysse, N. (2020). Role of Local Institutions on the Transition Towards Sustainable Agriculture: The Case Study of Thailand. *Environmental Impact*, 245, 135–143. <https://doi.org/10.2495/EID200131>
- Rehman, A., Farooq, M., Lee, D.-J., & Siddique, K. H. M. (2022). Sustainable agricultural practices for food security and ecosystem services. *Environmental Science and Pollution Research*, 9, 84076–84095. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-022-23635-z>
- Saleh, K. (2021). Model Kapasitas Petani Padi Sawah dalam Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan di Kabupaten Tangerang Model Capacity the Paddi Sawah of Farmers to Support Sustainable Food Security in Tangerang District. *Jurnal Penyuluhan*, 17(01), 40–51.
- Samad, A. (1985). *Kerajaan Johor-Riau*. Percetakan Safeguard Sdn.Bhd.
- Sarmiento, R. T., Garcia, G. A. A., & Varela, R. P. (2017). Diversity of the riparian vegetation of lower Agusan river towards establishing the sago-based eco belt for disaster risk reduction. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 10(4), 70–80.
- Sharma, P., Sharma, P., & Thakur, N. (2024). Discover Sustainability Sustainable farming practices and soil health : a pathway to achieving SDGs and future prospects. *Discover Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00447-4>
- Slikkerveer, L. J. (2019). Gotong Royong: An Indigenous Institution of Communalism and Mutual Assistance in Indonesia. In L. J. Slikkerveer, G. Baourakis, & K. Saefullah (Eds.), *Integrated Community-Managed Development* (pp. 307–320). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05423-6_14
- Stigter, C. J., Dawei, Z., Onyewotu, L. O. Z., & Xurong, M. (2005). Using Traditional

- Methods and Indigenous Technologies for Coping With Climate Variability. *Climatic Change*, 70, 255–271.
- Tampubolon, A. P., Turjaman, M., & Osaki, M. (2021). Sago Palm Practice as Natural AeroHydro Culture. In *Tropical Peatland Eco-management* (Issue July 2024, pp. 363–377). <https://doi.org/10.1007/978-981-33-4654-3>
- Tan, Z. D., Lupascu, M., & Wijedasa, L. S. (2021). Paludiculture as a sustainable land use alternative for tropical peatlands: A review. *Science of the Total Environment*, 753, 142111. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142111>
- Trisia, M. A., Tachikawa, M., & Ehara, H. (2021). The role of the sago supply chain for rural development in indonesia: A review and perspective. In *Reviews in Agricultural Science*. https://doi.org/10.7831/ras.9.0_143
- Uphoff, N. (1992). *Local Institutions and Participation for Sustainable Development*.
- Wang, Y., & Jian, C. (2022). Sustainable plant-based ingredients as wheat flour substitutes in bread making. *Science of Food*, 49, 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41538-022-00163-1>