Journal of Food and Agricultural Product
Vol. 6 No. 2 Tahun 2026
e-ISSN 2807-8446
http://journal.univetbantara.ac.id/index.php/jfap

Pengembangan agroindustri dan rantai nilai *coconut milk*: sebuah tinjauan literatur sistematis

[Agroindustrial development and value chain of coconut milk, a systematic literature review]

Siska Cicilia[1,2*], Zainuri[1,2], Sri Widyastuti[1,2]

[1] Program Doktor Pertanian Berkelanjutan, Universitas Mataram, Mataram NTB
[2] Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Mataram NTB
* Email korespondensi : siskacicilia@unram.ac.id

ABSTRACT

Coconut (Cocos nucifera L.*) is a strategic plantation commodity yielding various value-added products, including coconut milk, for which global market demand is rising alongside the trend of plant-based milk consumption. This study aims to identify, examine, and synthesize developments in production technology, value chain structures, challenges, opportunities, and development strategies for the coconut milk agro-industry. A Systematic Literature Review (SLR) method was employed using the PICO framework and literature searches across ScienceDirect, SpringerLink, ResearchGate, Wiley, and Google Scholar databases, covering publications from 2018 to 2026. The findings indicate that coconut milk production technology has undergone a significant transformation from manual extraction methods to modern technologies—such as Dynamic High-Pressure Microfluidization, ultrasonics, Atmospheric Cold Plasma, UHT, and spray/foam-mat drying—which have successively enhanced emulsion stability, food safety, and product shelf life. The value chain structure involves various actors, ranging from upstream smallholder farmers to downstream processing and retail industries; however, the distribution of value-added benefits remains unequal due to farmers' weak bargaining positions and reliance on multi-layered intermediaries. Key challenges include low productivity, raw material price fluctuations, high energy consumption, and suboptimal waste management. Conversely, development opportunities exist through the adoption of a circular economy, diversification into value-added products, integration of eco-friendly technologies, and the strengthening of institutional frameworks and stakeholder partnerships. The study recommends an integrated strategy combining processing technology innovation, smallholder capacity building, and policy synchronization to establish a sustainable and competitive coconut milk agro-industry.*
Keywords*: coconut milk, value chain, agro-industry*

ABSTRAK **(11 pt, bold)**

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan komoditas perkebunan strategis yang menghasilkan beragam produk bernilai tambah, diantaranya *coconut milk* yang memiliki permintaan pasar global terus meningkat seiring tren konsumsi *plant-based milk*. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menelaah, dan mensintesis perkembangan teknologi produksi, struktur rantai nilai, tantangan, peluang, serta strategi pengembangan agroindustri *coconut milk*. Metode *Systematic Literature Review* (SLR) diterapkan dengan kerangka PICO dan pencarian literatur dari basis data ScienceDirect, SpringerLink, ResearchGate, Wiley, serta Google Scholar pada rentang publikasi tahun 2018 hingga 2026. Hasil kajian menunjukkan bahwa teknologi produksi *coconut milk* telah mengalami transformasi signifikan dari metode ekstraksi manual menuju teknologi modern seperti *Dynamic High-Pressure Microfluidization*, ultrasonik, *Atmospheric Cold Plasma*, UHT, serta pengeringan *spray* dan *foam-mat*, yang secara berturut-turut meningkatkan stabilitas emulsi, keamanan pangan, dan umur simpan produk. Struktur rantai nilai melibatkan berbagai pelaku dari petani kecil di hulu hingga industri pengolahan dan ritel di hilir, namun distribusi nilai tambah masih belum merata karena lemahnya posisi tawar petani dan ketergantungan pada perantara berlapis. Tantangan utama mencakup rendahnya produktivitas, fluktuasi harga bahan baku, konsumsi energi tinggi, serta pengelolaan limbah yang belum optimal. Di sisi lain, peluang pengembangan terbuka melalui penerapan ekonomi sirkular, diversifikasi produk bernilai tambah, integrasi teknologi ramah lingkungan, serta penguatan kelembagaan dan kemitraan antar pemangku kepentingan. Kajian ini merekomendasikan perlunya integrasi strategi yang menggabungkan inovasi teknologi pengolahan, penguatan kapasitas petani kecil, dan sinkronisasi kebijakan untuk mewujudkan agroindustri *coconut milk* yang berkelanjutan dan kompetitif.
Kata Kunci: *coconut milk*, rantai nilai, agroindustri

Pendahuluan

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis yang berperan penting dalam pengembangan agroindustri di berbagai negara tropis, termasuk Indonesia, Filipina, India, dan Sri Lanka. Indonesia merupakan salah satu produsen kelapa terbesar di dunia dengan sebagian besar perkebunannya dikelola oleh petani rakyat. Keunggulan komoditas ini terletak pada kemampuannya menghasilkan beragam produk bernilai tambah, seperti minyak kelapa, *virgin coconut oil* (VCO), *coconut milk*, air kelapa, tepung kelapa, arang tempurung, dan berbagai produk oleokimia (Setiawan et al., 2026). Oleh karena hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan, kelapa sering disebut sebagai *Tree of Life* atau "pohon kehidupan" yang berkontribusi terhadap perekonomian dan kesejahteraan masyarakat di lebih dari 90 negara (Jayanetti et al. 2023; Divate et al. 2026). Dalam konteks agroindustri modern, pengembangan produk turunan kelapa menjadi faktor penting dalam meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk kelapa.

Di antara berbagai produk turunan tersebut, *coconut milk* merupakan salah satu produk strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat. Menurut Codex Alimentarius, *coconut milk* merupakan emulsi encer yang diperoleh dari endosperm kelapa yang dikominuasi dalam air (Patil & Benjakul, 2018). Produk ini mengandung sekitar 68% air, 24% lemak, 6% karbohidrat, dan 2% protein serta kaya akan asam laurat yang memiliki berbagai manfaat kesehatan (Gengan et al., 2025). Dalam rantai nilai agroindustri kelapa, *coconut milk* berperan sebagai produk antara (*intermediate product*) yang digunakan secara luas oleh industri makanan, minuman, *bakery*, *confectionery*, dan produk pangan berbasis nabati (*plant-based foods*) (Jayanetti et al., 2023). Pertumbuhan tren konsumsi *plant-based milk* menjadikan *coconut milk* sebagai salah satu dari lima jenis susu nabati yang paling diminati di pasar global (Velangi & Savla, 2022; Gengan et al. 2025), sehingga semakin memperkuat posisi strategisnya dalam industri pangan dunia.

Meningkatnya permintaan pasar telah mendorong transformasi teknologi produksi *coconut milk* dari metode ekstraksi konvensional menuju sistem pengolahan yang lebih modern dan efisien. Pada awalnya, *coconut milk* diproduksi melalui pemarutan dan pemerasan daging kelapa menggunakan tangan atau alat sederhana seperti *screw press*, namun metode ini memiliki keterbatasan berupa rendemen yang rendah, kualitas produk yang tidak seragam, dan stabilitas emulsi yang rendah (Patil & Benjakul, 2018; Setiawan et al. 2026). Seiring berkembangnya industri pangan, teknologi homogenisasi dan pasteurisasi mulai diterapkan untuk meningkatkan stabilitas emulsi, keamanan pangan, dan umur simpan produk (Deng et al., 2022). Untuk mendukung perdagangan global, teknologi pengeringan seperti *spray drying*, *foam-mat drying*, dan *freeze drying* dikembangkan untuk menghasilkan *coconut milk powder* yang lebih praktis dan tahan lama (Ming et al., 2021). Dalam beberapa tahun terakhir, inovasi semakin mengarah pada penerapan teknologi maju seperti *high-pressure processing*, *microfluidization*, ultrasonik, *cold plasma*, dan kecerdasan buatan guna meningkatkan kualitas produk, efisiensi proses, serta keberlanjutan produksi.

Meskipun perkembangan teknologi telah meningkatkan kinerja industri pengolahan *coconut milk*, agroindustri *coconut milk* masih menghadapi berbagai tantangan di sepanjang rantai nilainya. Ketersediaan bahan baku sering terganggu oleh serangan hama dan penyakit, perubahan iklim, serta rendahnya produktivitas perkebunan rakyat yang dapat menurunkan hasil produksi hingga 12–20% (Divate et al., 2026). Dari sisi pengolahan, *coconut milk* memiliki karakteristik emulsi yang secara alami kurang stabil sehingga rentan mengalami pemisahan fase, oksidasi lipid, dan kerusakan mikrobiologis selama penyimpanan (Abdullah et al. 2018; Jayanetti et al. 2023). Selain itu, tingginya konsumsi energi, pengelolaan limbah yang belum optimal, serta rendahnya pemanfaatan produk samping masih menjadi tantangan utama dalam mewujudkan agroindustri Yang Berkelanjutan (Divate et al., 2026). Pada Sisi Hilir, Distribusi Nilai Tambah Di Sepanjang Rantai nilai juga masih belum merata karena petani sebagai pelaku utama di tingkat hulu sering kali memperoleh manfaat

ekonomi yang lebih rendah dibandingkan pelaku pengolahan dan pemasaran (Jayanetti et al. 2023; Divate et al. 2026).

Rantai nilai *coconut milk* melibatkan berbagai pelaku mulai dari petani, pedagang pengumpul, industri pengolahan, distributor, ritel, hingga konsumen akhir yang saling terhubung dalam menciptakan nilai tambah produk (Jayanetti et al., 2023). Namun, sebagian besar penelitian yang tersedia masih berfokus pada aspek teknis produksi dan kualitas produk, sementara kajian yang mengintegrasikan perkembangan teknologi produksi dengan dinamika rantai nilai dan keberlanjutan agroindustri masih terbatas (Patil & Benjakul, 2018; Divate et al. 2026). Selain itu, integrasi teknologi ramah lingkungan, penerapan prinsip ekonomi sirkular, perbandingan sistem rantai nilai antarnegara produsen, serta dampak meningkatnya pasar *plant-based milk* terhadap pengembangan agroindustri *coconut milk* belum banyak dieksplorasi secara komprehensif (Jayanetti et al. 2023; Gengan et al. 2025; Mengistu, 2025). Oleh karena itu, diperlukan kajian untuk mensintesis perkembangan teknologi produksi, struktur rantai nilai, tantangan, serta peluang pengembangan agroindustri *coconut milk* guna mendukung peningkatan daya saing dan keberlanjutan industri di masa depan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan SLR dengan tujuan untuk mengidentifikasi, menelaah, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terkait produksi dan rantai nilai *coconut milk*. Data penelitian sepenuhnya bersumber dari data sekunder yang dikumpulkan melalui telaah literatur ilmiah. Literatur utama diperoleh dari basis data internasional seperti ScienceDirect, SpringerLink, ResearchGate, Wiley dan Google Scholar. Literatur yang diseleksi meliputi jurnal dan publikasi akademik yang terbit antara tahun 2018 hingga 2026, untuk memastikan kebaruan data dan relevansi dengan topik penelitian. Selanjutnya, perumusan pertanyaan penelitian didasarkan pada kerangka PICO (*Population*, *Intervention*, *Comparison*, *Outcome*). ***Population*** mencakup penelitian mengenai agroindustri *coconut milk*, termasuk teknologi produksi, karakteristik produk, struktur rantai nilai, dan tata kelolanya. ***Intervention*** meliputi penerapan berbagai inovasi teknologi pengolahan, strategi pengembangan rantai nilai, serta pendekatan keberlanjutan yang diterapkan dalam agroindustri *coconut milk*. ***Comparison*** difokuskan pada perbandingan antara teknologi produksi konvensional dan modern, berbagai model tata kelola rantai nilai, serta struktur rantai nilai di berbagai negara produsen. Sementara itu, ***Outcome*** mencakup peningkatan kualitas dan keamanan produk, efisiensi proses, penciptaan nilai tambah, daya saing, keberlanjutan agroindustri, serta penguatan posisi tawar para pemangku kepentingan, khususnya petani. Penerapan kerangka metodologis tersebut bertujuan untuk meningkatkan validitas proses telaah, mengurangi potensi bias dalam pemilihan literatur, serta memastikan bahwa seluruh bukti ilmiah yang relevan dianalisis secara komprehensif. Berdasarkan kerangka PICO tersebut, berikut *Research Questions* (RQs) yang dirumuskan dalam kajian ini:

RQ1 : Teknologi produksi apa saja yang digunakan dalam pengolahan *coconut milk* dan bagaimana perkembangannya?
RQ2 : Faktor-faktor apa yang memengaruhi kualitas dan karakteristik *coconut milk* selama proses produksi?
RQ3 : Bagaimana struktur dan pelaku yang terlibat dalam rantai nilai *coconut milk*?
RQ4 : Bagaimana distribusi nilai tambah di sepanjang rantai nilai *coconut milk*?
RQ5 : Apa tantangan, peluang, dan strategi pengembangan teknologi produksi serta rantai nilai *coconut milk* yang dilaporkan dalam literatur?

Tahapan *systematic review* dalam penelitian ini meliputi identifikasi dan pencarian literatur dengan kata kunci seperti "*coconut milk*," "*plant-base milk*," "*dairy alternative*," "*processing technology*," "*coconut value chain*," "*sustainability and agroindustry*" dan "*value chain analysis*." Penyaringan literatur (*screening*) berdasarkan kesesuaian topik dengan fokus kajian produksi dan

value chain coconut milk. Evaluasi kualitas literatur (*quality appraisal*) dilakukan dengan meninjau reputasi jurnal dan kejelasan metode penelitian. Kriteria inklusi dan ekslusi dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Ekslusi Literatur

Kriteria	Inklusi	Ekslusi
Topik penelitian	Artikel yang membahas teknologi produksi *coconut milk*, karakteristik produk, inovasi proses, rantai nilai (*value chain*), *Global Value Chain* (GVC), tata kelola (*governance*), distribusi nilai tambah, serta strategi pengembangan agroindustri *coconut milk*	Artikel yang hanya membahas budidaya kelapa, minyak kelapa (*coconut oil*), air kelapa (*coconut water*), atau produk turunan kelapa lainnya tanpa membahas *coconut milk*
Jenis publikasi	Artikel penelitian (*original research article*) yang telah melalui proses *peer review*	Prosiding, buku, bab buku, editorial, surat kepada editor, abstrak konferensi, tesis, disertasi, laporan teknis, dan artikel tinjauan (*review article*)
Basis data	Artikel yang diindeks pada Scopus dan/atau Web of Science	Artikel yang tidak terindeks pada basis data tersebut
Periode publikasi	Artikel yang diterbitkan pada tahun 2015–2026	Artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2018
Relevansi terhadap RQ	Artikel secara langsung menjawab satu atau lebih RQ mengenai teknologi produksi atau *Global Value Chain coconut milk*	Artikel yang tidak memberikan informasi yang relevan dengan RQ
Kualitas metodologi	Artikel memiliki tujuan, metode, hasil, dan pembahasan yang jelas sehingga dapat dievaluasi secara ilmiah	Artikel dengan informasi metodologi yang tidak memadai atau kualitas ilmiah yang rendah

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, pencarian literatur dibatasi pada artikel berbahasa Inggris yang terindeks dalam basis data Scopus dan Web of Science sehingga terdapat kemungkinan tidak terakomodasinya penelitian relevan yang dipublikasikan pada basis data lain atau dalam bahasa selain Inggris. Kedua, rentang publikasi dibatasi pada periode 2018–2026 untuk memperoleh gambaran perkembangan teknologi dan tata kelola rantai nilai yang mutakhir, sehingga beberapa studi klasik yang menjadi landasan konseptual tidak disintesis secara mendalam. Ketiga, sintesis dilakukan menggunakan pendekatan kualitatif sehingga hasil penelitian berfokus pada identifikasi pola, tren, dan kesenjangan penelitian tanpa melakukan analisis kuantitatif (*meta-analysis*). Keempat, variasi karakteristik studi, termasuk perbedaan teknologi pengolahan, skala industri, kondisi geografis, dan struktur rantai nilai di berbagai negara, dapat memengaruhi tingkat generalisasi hasil sintesis. Oleh karena itu, interpretasi temuan perlu mempertimbangkan konteks masing-masing penelitian yang dianalisis.

Pembahasan

1. Perkembangan Teknologi Produksi *Coconut Milk*

Teknologi produksi *coconut milk* telah berkembang dari metode ekstraksi manual menuju teknologi pengolahan yang lebih modern untuk meningkatkan rendemen, kualitas produk, keamanan pangan, dan umur simpan. Pada tahap awal, *coconut milk* diperoleh melalui pemarutan dan pemerasan daging kelapa menggunakan tangan atau kain. Metode ini memiliki biaya rendah dan mudah diterapkan, tetapi menghasilkan rendemen yang rendah, kualitas produk yang tidak seragam, serta berisiko mengalami kontaminasi mikroba. Untuk meningkatkan efisiensi proses, dikembangkan teknologi *screw press* yang mampu mempercepat ekstraksi. Perkembangan lebih lanjut menghasilkan sistem *counter-rotating two screw shaft* yang memberikan distribusi tekanan lebih merata dan kapasitas produksi yang lebih tinggi dibandingkan *single screw press* konvensional (Setiawan et al., 2026).

Seiring berkembangnya industri pangan, teknologi perlakuan termal mulai diterapkan untuk meningkatkan keamanan dan stabilitas *coconut milk*. Pasteurisasi konvensional efektif menurunkan jumlah mikroorganisme, namun dapat menyebabkan munculnya aroma *cooked* yang kurang diinginkan. Untuk memperoleh umur simpan yang lebih panjang, digunakan sterilisasi dan teknologi *Ultra-High Temperature* (UHT). Dibandingkan metode termal lainnya, UHT mampu mempertahankan kandungan protein dan karakteristik aroma lebih baik sehingga menghasilkan kualitas produk yang lebih mendekati *coconut milk* segar (Deng et al., 2024). Inovasi lain berupa *Ohmic-Assisted Thermal Sterilizer* (OATS) juga menunjukkan efisiensi proses yang lebih tinggi dengan waktu pemanasan lebih singkat dan konsumsi energi lebih rendah dibandingkan sterilisasi retort konvensional (Tiravibulsin et al., 2021).

Perkembangan teknologi terkini mengarah pada penerapan teknologi non-termal dan teknologi peningkatan stabilitas emulsi. *Dynamic High-Pressure Microfluidization* (DHPM), kombinasi ultrasonik dan *preheating*, serta *Atmospheric Cold Plasma* (ACP) terbukti mampu memperkecil ukuran partikel, meningkatkan stabilitas emulsi, mengurangi agregasi protein, dan mempertahankan kualitas nutrisi produk (Deng et al. 2022; Sun et al. 2022; Chen et al. 2024). Selain itu, pasteurisasi ultrasonik menawarkan efisiensi inaktivasi mikroba yang lebih tinggi dengan kebutuhan energi yang lebih rendah dibandingkan metode konvensional (Ong et al., 2023).

Transformasi *coconut milk* menjadi bentuk bubuk juga menjadi bagian penting dalam perkembangan teknologi produksi karena dapat meningkatkan kemudahan distribusi dan umur simpan produk. Teknologi *spray drying* banyak digunakan untuk menghasilkan *coconut milk powder* berkualitas tinggi, sementara *foam mat drying* menjadi alternatif yang lebih ekonomis dengan kelayakan komersial yang baik (Ming et al. 2021; Pura et al. 2022). Di sisi lain, penerapan teknologi digital seperti kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dan spektroskopi *Near-Infrared Spectroscopy* (NIR) mulai dimanfaatkan untuk optimasi proses dan pengendalian mutu secara cepat dan non-destruktif (Ming et al. 2021; Suksangpanomrung et al. 2024). Secara keseluruhan, perkembangan teknologi produksi *coconut milk* menunjukkan pergeseran menuju proses yang lebih efisien, berkelanjutan, dan mampu menghasilkan produk berkualitas tinggi sesuai kebutuhan pasar global. Secara ringkas, perkembangan teknologi produksi *coconut milk* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan Teknologi Produksi *Coconut Milk*

No	Teknologi	Kondisi Optimal	Keunggulan	Keterbatasan
1	Pres Manual (Setiawan et al., 2026)	Tidak ada standarisasi	Biaya rendah, mudah dioperasikan	Rendemen rendah (3,6 L/jam), inkonsisten, risiko kontaminasi mikroba

2	*Screw press* (*single shaft*) (Setiawan et al., 2026)	Tidak ada standarisasi	Lebih cepat dari manual	Distribusi tekanan tidak merata, perlu beberapa tahap
3	*Two screw shaft* (*counter-rotating*) (Setiawan et al., 2026)	Daya 1,11 kW, tekanan $1,67 \times 10^5$ N/m²	Kapasitas 53 kg/jam, distribusi tekanan uniform, satu tahap	Baru tahap desain/teoritis
4	Pasteurisasi (Deng et al., 2024)	70-75°C, 15-30 menit	Efektif kurangi mikroba, biaya rendah	Bau *cooked*, kualitas sensorik menurun
5	Pasteurisasi Ultrasonik (Ong et al., 2023)	70°C, 15 menit	Efisiensi 28,74%, energi 3× lebih rendah (0,13 kWh)	Skala masih lab, *shelf life* terbatas (11,2 jam)
6	Sterilisasi (Tiravibulsin et al., 2021)	121,1°C, 30 menit ($F_0 \geq 5$ menit)	*Shelf life* lama (6-12 bulan), investasi lebih rendah dari UHT	Waktu proses lama (42 menit), bau *cooked* kuat, perubahan warna
7	OATS (Tiravibulsin et al., 2021)	121,1°C, 5 menit ($F_0 = 5,2$ menit)	Waktu 27 menit (hemat 32%), warna lebih baik, bau *cooked* rendah	Investasi tinggi, keterbatasan komersial saat ini
8	UHT (Deng et al., 2024)	130°C, 5 detik	Protein lebih tinggi (0,604 g/100 g), aroma mendekati mentah, *shelf life* >6 bulan	Investasi sangat tinggi, perlu kemasan aseptik
9	DHPM (Deng et al., 2022)	18.000 psi	Partikel 24,04→8,21 µm, rasa pahit berkurang, rasa terjaga	Konsumsi energi tinggi, perlu stabilizer
10	Ultrasonik dan *preheating* (Sun et al., 2022)	53 kHz, 40 W/L, 90°C/20 menit	Agregasi termal 148,5%→13,4%, zeta potential −23 mV, viskositas 1103 m·Pa·s	Masih skala laboratorium, perlu validasi industri
11	ACP (Chen et al., 2024)	60 kV, 60 detik	Droplet 28,0→18,6 µm, mikroba 7,60→3,98 log CFU/mL, nutrisi terjaga	Masih tahap riset, skala terbatas, penetrasi terbatas
12	*Spray drying* (Ming et al., 2021)	Suhu inlet 150-170°C, maltodekstrin 9-13%	Bubuk stabil, umur simpan lama, R^2=0,86 (PSO-ANN)	Biaya investasi tinggi, butuh kontrol kelembapan

13	*Foam mat drying* (Pura et al., 2022)	4% natrium kaseinat, 17,54% maltodekstrin	Carr's index 6, rasio manfaat-biaya 1,13, IRR layak	Yield lebih rendah dari *spray drying* (33%)

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas dan Karakteristik *Coconut Milk*

Kualitas *coconut milk* dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku, terutama tingkat kematangan kelapa dan komposisi kimianya. Protein kelapa yang didominasi oleh globulin dan albumin berperan sebagai pengemulsi alami yang menjaga kestabilan emulsi minyak dalam air (Patil & Benjakul, 2018). Komposisi protein, lemak, dan senyawa bioaktif dipengaruhi oleh varietas, tingkat kematangan, serta kondisi budidaya. Kelapa matang umumnya memiliki kandungan asam lemak yang lebih tinggi, terutama asam laurat, sedangkan kelapa muda mengandung senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan yang lebih besar (Jiang et al., 2025). Selain itu, *coconut milk* mengandung senyawa fenolik yang berperan dalam melindungi lipid, protein, dan DNA dari kerusakan oksidatif sehingga berkontribusi terhadap nilai fungsional produk (Karunasiri et al., 2020).

Karakteristik fisik *coconut milk* sangat dipengaruhi oleh teknologi emulsifikasi yang digunakan selama proses pengolahan. Sebagai sistem emulsi minyak dalam air, *coconut milk* secara alami rentan mengalami kriming, flokulasi, koalesensi, dan pemisahan fase akibat perbedaan densitas antara fase minyak dan fase air. Ukuran droplet minyak menjadi faktor penting yang menentukan stabilitas produk. Teknologi mikrofluidisasi mampu menghasilkan ukuran droplet yang lebih kecil dan distribusi partikel yang lebih seragam dibandingkan homogenisasi dan ultrasonik sehingga meningkatkan stabilitas emulsi selama penyimpanan (Thirukumaran et al., 2023). Demikian pula, penerapan *Dynamic High-Pressure Microfluidization* (DHPM) dapat memperkecil ukuran partikel, memperbaiki tekstur, dan meningkatkan kestabilan produk tanpa mengurangi karakteristik sensoriknya (Deng et al., 2022).

Selain proses emulsifikasi, stabilitas *coconut milk* juga dipengaruhi oleh keberadaan protein dan bahan penstabil. Protein kelapa sering kali tidak cukup untuk mempertahankan kestabilan emulsi selama proses penyimpanan maupun perlakuan panas, sehingga diperlukan penambahan emulsifier atau stabilizer (Ariyaprakai, 2022; Thirukumaran et al. 2023). Penambahan *enzyme-modified soy lecithin* (ESL) terbukti mampu meningkatkan stabilitas terhadap proses pembekuan-pencairan dan pemanasan suhu tinggi dengan mengurangi koalesensi droplet serta denaturasi protein (Ariyaprakai, 2022). Selain itu, homogenisasi ultrasonik yang dikombinasikan dengan sodium kaseinat juga dilaporkan mampu meningkatkan kestabilan emulsi dibandingkan metode konvensional (Abdullah et al., 2022). Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah terbentuknya *fouling* selama proses termal akibat deposisi protein, lemak, karbohidrat, dan mineral pada permukaan pemanas yang dapat memengaruhi efisiensi proses dan mutu produk (Saikhwan et al., 2022).

Keamanan pangan dan retensi nutrisi selama pengolahan merupakan aspek penting dalam menentukan kualitas akhir *coconut milk*. Perlakuan termal seperti pasteurisasi, sterilisasi, dan UHT berperan dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme sekaligus memperpanjang umur simpan produk (Ariyaprakai, 2022; Deng et al. 2024). Teknologi UHT dilaporkan mampu mempertahankan kandungan protein dan senyawa volatil penyusun aroma lebih baik dibandingkan sterilisasi retort konvensional sehingga menghasilkan karakteristik yang lebih mendekati *fresh coconut milk* (Deng et al., 2024). Selain itu, teknologi non-termal seperti *Atmospheric Cold Plasma* (ACP) mampu meningkatkan keamanan mikrobiologis dengan perubahan nutrisi yang minimal (Chen et al., 2024). Oleh karena itu, kualitas dan karakteristik *coconut milk* merupakan hasil interaksi antara mutu bahan baku, stabilitas emulsi, teknologi pengolahan, serta kemampuan proses dalam mempertahankan nilai gizi dan sifat sensorik produk.

3. Struktur Rantai Nilai *Coconut Milk*

Rantai nilai coconut milk dimulai dari segmen hulu yang didominasi oleh petani kecil (*smallholder*) yang mengelola perkebunan kelapa secara tradisional. Di Indonesia, 98% dari total 3,37 juta hektar areal kelapa, atau 31,2% dari total global, dikelola oleh petani kecil dengan produktivitas rata-rata hanya 1 ton kopra per hektar per tahun (Ikatrinasari et al., 2026). Di Sulawesi Utara, lebih dari 95% produksi kelapa dikelola oleh petani, namun ketergantungan pada produk primer seperti kopra dan biji kelapa membuat pendapatan petani masih di bawah garis kemiskinan, yaitu kurang dari US$ 200/kapita/tahun (Kairupan et al., 2023). Di Indragiri Hilir, Riau, yang menyumbang 11,39% produksi nasional, 98,95% petani kecil menghadapi tantangan geografis berupa dominasi lahan gambut dan akses sungai yang membatasi mobilitas serta meningkatkan biaya transportasi (Nabillah et al., 2025). Zainol et al. (2023) mengidentifikasi bahwa faktor penghambat produksi di hulu mencakup stres biotik (hama dan penyakit), perubahan iklim, serta faktor sosial-ekonomi termasuk kekurangan tenaga kerja, pohon kelapa tua, dan praktik agronomi yang buruk.

Segmen hilir rantai nilai coconut milk meliputi pengolahan, pemasaran, dan distribusi produk akhir. Ikatrinasari et al. (2026) menggambarkan struktur rantai pasok Indonesia yang dimulai dari petani dan pengepul, kemudian terbagi ke industri kopra (30%) atau industri pengolahan kelapa (70%), selanjutnya ke industri minyak kelapa mentah (CCO) sebagai tahap perantara, dan setelah penyulingan menjadi minyak kelapa olahan (CNO) yang didistribusikan ke sektor pangan (38%) dan non-pangan. Produksi turunan dari 100 kg kelapa menghasilkan berbagai produk bernilai tambah: 5,27 kg minyak kelapa, 6,51 kg bubuk kelapa, dan 6,2 kg kelapa parut kering. Kairupan et al. (2023) menunjukkan bahwa diversifikasi produk melalui pengelolaan pertanian kelapa terpadu yang menghasilkan 3-5 produk olahan dapat meningkatkan nilai ekonomi kelapa sekitar 5-6 kali lipat. Permintaan global terhadap produk turunan kelapa telah meningkat 500% dalam satu dekade terakhir, dengan produk bernilai tinggi seperti air kelapa, *coconut milk*, dan kelapa kering meningkat masing-masing 149%, 33%, dan 29% (Grass Ramirez et al., 2023).

Keberhasilan rantai nilai *coconut milk* sangat ditentukan oleh peran institusi pendukung dan pola kemitraan antarpelaku. Moreno et al. (2020) menekankan pentingnya penguatan institusi antara pemerintah, petani kelapa, dan sektor pengolahan di Filipina, yaitu Philippine Coconut Authority (PCA) berperan sebagai lembaga utama yang mengawasi pengembangan industri kelapa. Sondak et al. (2023) menemukan bahwa pola kemitraan KOA (Kerjasama Operasi Agribisnis) antara petani kelapa dan industri kelapa parut kering di Sulawesi Utara masih belum optimal, sehingga ahli mengusulkan pola plasma nukleus sebagai pola ideal untuk meningkatkan posisi tawar petani. Nabillah et al. (2025) mengungkapkan inovasi penting berupa titik pengumpul industri (*industrial collecting points*) yang memungkinkan petani melewati perantara bertingkat, sehingga potongan harga turun dari Rp400.000 menjadi sekitar Rp80.000 per 1.000 kg. Zainol et al. (2023) merekomendasikan agar pemerintah memperkenalkan kebijakan berupa subsidi, pembebasan pajak untuk petani, dan skema pemukiman pertanian untuk mendorong lebih banyak warga terlibat dalam produksi kelapa.

Struktur rantai nilai *coconut milk* menunjukkan perbedaan signifikan antarnegara produsen utama. Indonesia memiliki areal perkebunan kelapa terbesar di dunia (3,37 juta hektar) dengan ekspor kelapa segar bernilai USD 56 juta, namun nilai tambah ekspor masih rendah (Ikatrinasari et al., 2026). Filipina sebagai produsen terbesar kedua memiliki 3,5 juta hektar lahan kelapa yang memberdayakan 25 juta orang, namun menghadapi masalah penurunan volume produksi akibat pohon kelapa tua dan varietas berproduksi rendah (Moreno et al., 2020). Malaysia mengekspor produk kelapa senilai RM1,36 miliar pada 2020, dimana minyak kelapa menyumbang 60%, *coconut milk* 11,5%, dan karbon aktif 10,7% dari total nilai ekspor (Zainol et al., 2023). Grass Ramírez et al. (2023) mengungkapkan bahwa di Kolombia, 99% produksi kelapa masih dipasarkan sebagai buah segar, menunjukkan keterbelakangan pengolahan dibandingkan negara Asia Tenggara. Abeysekara & Waidyarathne (2020) menekankan bahwa stabilitas harga menjadi prasyarat bagi pertumbuhan

industri kelapa, mengingat fluktuasi harga akibat kondisi iklim dan ketidakmampuan petani kecil melakukan penyesuaian jangka pendek seperti tanaman musiman. Ketiga negara utama (Indonesia, Filipina, dan India) secara kolektif menguasai lebih dari 70% dari 12,3 juta hektar areal produksi kelapa global (Grass Ramirez et al., 2023)

4. Penambahan Nilai dan Distribusi Ekonomi Sepanjang Rantai Nilai *Coconut Milk*

Penciptaan nilai pada rantai nilai *coconut milk* terutama muncul dari proses pengolahan yang mengubah kelapa mentah menjadi produk yang lebih stabil, lebih praktis, dan bernilai jual lebih tinggi. Nilai tambah ini berasal dari tahapan seperti pasteurisasi, stabilisasi emulsi, pengemasan, dan pengendalian mutu yang memperpanjang umur simpan serta membuat produk lebih sesuai dengan preferensi pasar, sementara pengembangan turunan seperti *coconut milk*, krim kelapa, dan produk olahan lain memperluas peluang komersial dan mengurangi pemborosan bahan baku (Tiravibulsin et al. 2021; Sun et al. 2022; Chen et al. 2024; Ikatrinasari et al. 2026). Dengan kata lain, sumber nilai bukan hanya pada bahan baku kelapa, tetapi pada kemampuan industri mengubahnya menjadi produk yang aman, tahan simpan, dan mudah dipasarkan

Distribusi ekonomi sepanjang rantai nilai menunjukkan bahwa pelaku hilir cenderung menangkap bagian nilai yang lebih besar ketika mereka menguasai akses pasar, teknologi, dan jaringan distribusi. Di Indragiri Hilir, misalnya, skema pengiriman yang melibatkan industrial collecting point memberi potongan harga yang jauh lebih kecil dibanding jalur berlapis melalui tengkulak, sehingga petani dapat mempertahankan porsi pendapatan yang lebih besar ketika aksesnya lebih langsung ke fasilitas pengolahan (Nabillah et al., 2025). Pada saat yang sama, pengolah skala menengah dan besar memiliki sumber daya untuk melakukan pengemasan, pemasaran, dan penetrasi pasar ekspor, sedangkan pengolah kecil sering tertinggal karena keterbatasan modal, teknologi, dan jaringan pasar (Wahyudi et al., 2025).

Relasi tata kelola dan kekuasaan dalam rantai nilai ini bersifat hierarkis tetapi juga sangat bergantung pada koordinasi antarpelaku. Beberapa studi menunjukkan bahwa *middlemen* memiliki peran ganda, bisa menjadi penghubung yang membantu arus produk, tetapi juga bisa memperkuat ketergantungan petani karena struktur rantai yang berlapis dan posisi tawar petani yang lemah (Nabillah et al., 2025). Karena itu, penguatan institusi seperti kelompok tani, koperasi, dan kemitraan vertikal dipandang penting untuk menaikkan daya tawar, menurunkan biaya transaksi, dan menciptakan koordinasi yang lebih adil antara petani, pengumpul, dan industri pengolahan (Kairupan et al. 2023; Wahyudi et al. 2025).

Keterbatasan utama petani kecil terletak pada harga yang tidak stabil, penjualan terpaksa karena kebutuhan likuiditas, akses modal yang rendah, kelembagaan yang belum efektif, dan praktik budidaya yang masih tradisional sehingga produktivitas dan kualitas ikut tertahan (Moreno et al. 2020; Wahyudi et al. 2025; Nabillah et al. 2025). Strategi untuk memperbaiki partisipasi petani perlu menekankan aksi kolektif, akses ke informasi, kredit, dan pasar, peremajaan pohon tua, adopsi praktik budidaya yang lebih berkelanjutan, serta diversifikasi ke produk bernilai tambah seperti white copra, VCO, nata de coco, dan produk olahan lain agar petani tidak hanya menjual bahan mentah tetapi ikut memperoleh bagian nilai dari proses pengolahan (Kairupan et al. 2023; Wahyudi et al. 2025). Dalam konteks SLR, temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai ekonomi *coconut milk* tidak hanya bergantung pada teknologi pengolahan, tetapi juga pada perubahan tata kelola, kelembagaan, dan akses petani terhadap rantai nilai yang lebih inklusif (Nabillah et al. 2025; Wahyudi et al. 2025). Distribusi nilai tambah sepanjang rantai nilai *coconut milk* dapat dilihat pada Tabel 3 sedangkan analisis *governance chain* pada rantai nilai *coconut milk* dapat dilihat pada Tabel 4.

Journal of Food and Agricultural Product
Vol. 6 No. 2 Tahun 2026
e-ISSN 2807-8446
http://journal.univetbantara.ac.id/index.php/jfap

Tabel 3. Distribusi Nilai Tambah Sepanjang Rantai Nilai *Coconut Milk*

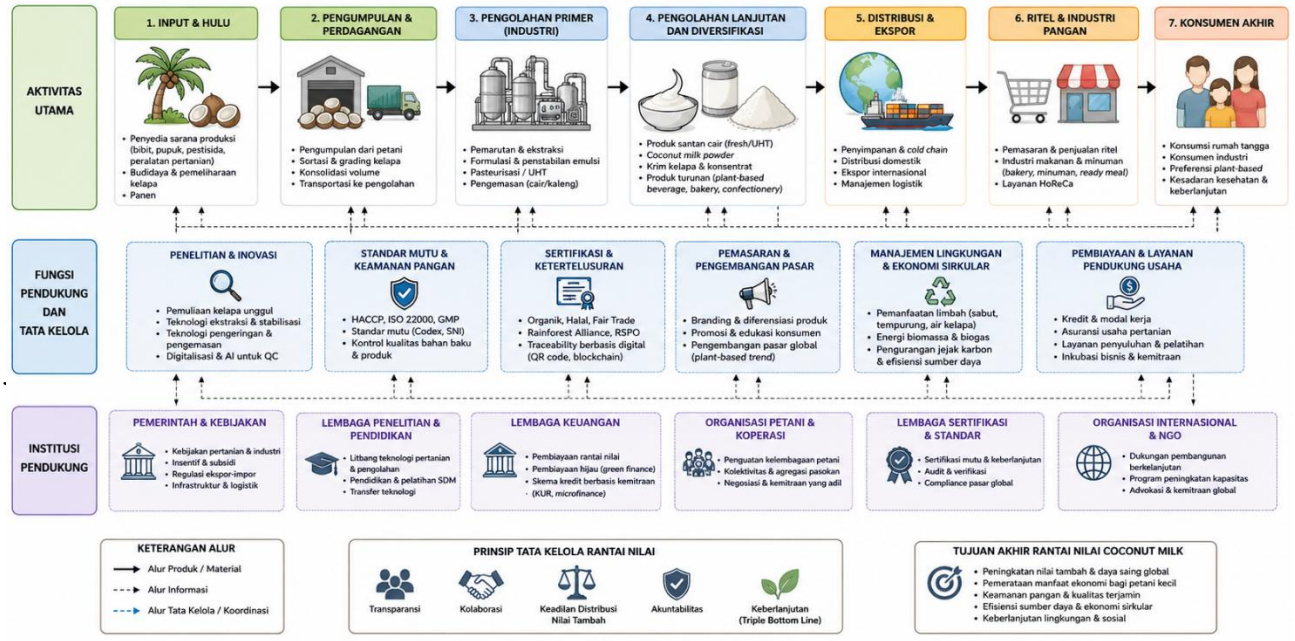
Pelaku Rantai Nilai	Aktivitas Utama	Sumber Penciptaan Nilai	Tingkat Nilai Tambah	Tantangan Utama
Petani kelapa	Budidaya, pemeliharaan, panen	Produksi bahan baku kelapa	Rendah	Produktivitas rendah, pohon tua, fluktuasi harga, akses pasar terbatas
Pedagang pengumpul	Pengumpulan, sortasi, transportasi	Konsolidasi volume dan distribusi bahan baku	Rendah–Sedang	Biaya logistik tinggi, ketergantungan pada pasokan petani
Industri pengolahan primer	Pemarutan, ekstraksi, homogenisasi, pasteurisasi/UHT	Transformasi kelapa menjadi *coconut milk*	Sedang–Tinggi	Investasi teknologi, konsumsi energi, stabilitas emulsi
Industri produk *coconut milk*	Produksi *coconut milk*, *coconut milk* UHT, *coconut milk powder*	Pengembangan produk bernilai tambah, pengemasan, *branding*	Tinggi	Persaingan pasar global, standar mutu dan keamanan pangan
Distributor dan eksportir	Penyimpanan, logistik, ekspor	Akses pasar nasional dan internasional	Sedang–tinggi	Persyaratan ekspor, biaya distribusi
Ritel dan industri pangan	Pemasaran produk akhir	Diferensiasi produk, layanan konsumen, *positioning* merk	Sangat-tinggi	Persaingan pasar dan perubahan preferensi konsumen
Konsumen akhir	Konsumsi produk	Penerima manfaat akhir produk	–	–

Tabel 4. Analisis *Governance Chain* pada Rantai Nilai *Coconut Milk*

Aspek *Governance*	Karakteristik	Pemangku Utama	Dampak terhadap Petani
Market governance	Transaksi berbasis harga pasar dan volume produk	Pedagang pengumpul dan pembeli	Posisi tawar petani relatif lemah
Relational governance	Hubungan jangka panjang berdasarkan kepercayaan dan koordinasi	Kelompok tani, koperasi, industri pengolahan	Mempermudah akses pasar dan informasi
Captive governance	Petani bergantung pada pembeli tertentu yang menentukan standar mutu dan harga	Industri pengolahan dan eksportir	Ketergantungan tinggi, ruang negosiasi terbatas

Hierarchical governance	Pengendalian terintegrasi oleh perusahaan besar	Perusahaan pengolahan skala besar	Efisiensi tinggi namun partisipasi petani relatif rendah
Institutional governance	Regulasi, sertifikasi, dan kebijakan pemerintah	Pemerintah, lembaga sertifikasi, lembaga keuangan	Meningkatkan standar mutu dan akses dukungan

Tabel di atas menunjukkan bahwa tata kelola rantai nilai *coconut milk* tidak hanya dipengaruhi oleh proses pengolahan, tetapi juga oleh mekanisme koordinasi dan struktur tata kelola di sepanjang rantai nilai yang menentukan posisi tawar petani serta distribusi nilai tambah di antara para pemangku kepentingan. Tipologi *market*, *relational*, *captive*, *hierarchical*, dan *institutional governance* menggambarkan bahwa mekanisme transaksi berbasis harga, kemitraan jangka panjang yang dilandasi kepercayaan, ketergantungan terhadap pembeli tertentu, pengendalian terintegrasi oleh perusahaan berskala besar, serta dukungan regulasi dan sistem sertifikasi menghasilkan konsekuensi yang berbeda terhadap efisiensi rantai pasok, akses pasar, dan peningkatan mutu produk. Temuan tersebut konsisten dengan berbagai penelitian mengenai tipologi *governance* dan dinamika rantai nilai kelapa di Indonesia yang menegaskan bahwa penguatan koordinasi, kelembagaan, dan kemitraan di antara para pemangku kepentingan merupakan faktor penting dalam meningkatkan partisipasi dan posisi tawar petani (Kairupan et al. 2023; Nabillah et al. 2025). Sintesis hasil SLR menunjukkan bahwa penciptaan nilai pada agroindustri *coconut milk* dipengaruhi oleh integrasi aktivitas utama, mekanisme tata kelola, fungsi pendukung, dan kelembagaan yang terlibat di sepanjang rantai nilai. Hubungan antarkomponen tersebut dirangkum dalam suatu kerangka *Global Value Chain* (GVC) yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka *Global Value Chain* (GVC) pada Agroindustri *Coconut Milk*

5. Tantangan dan Peluang Keberlanjutan dalam Agroindustri *Coconut Milk*

Agroindustri *coconut milk* menghadapi tantangan keberlanjutan yang bersifat multidimensional, mulai dari hulu hingga hilir rantai pasok. Di sisi hulu, ketersediaan bahan baku terancam oleh penurunan area perkebunan kelapa dan produktivitas yang rendah. Gunawan et al. (2021) mencatat bahwa keberlanjutan rantai pasok kelapa di Indonesia mengalami gangguan serius, ditandai dengan berkurangnya luas lahan perkebunan secara konsisten selama lima tahun terakhir dan rendahnya produktivitas yang hanya berkisar 1,1 ton/ha/tahun ekuivalen kopra. Di sisi pengolahan, Divate et al. (2026) mengidentifikasi bahwa industri pengolahan kelapa masih menghadapi konsumsi energi yang tinggi, pengelolaan limbah yang belum memadai, penggunaan teknologi usang, serta infrastruktur yang tidak efisien. Produksi *coconut milk* sendiri memiliki tantangan spesifik berupa ketidakstabilan emulsi alami, pendekatan umur simpan yang terbatas, serta kebutuhan akan pengolahan termal yang energi-intensif. Meilizar et al. (2024) juga menunjukkan bahwa dalam rantai pasok *coconut milk*, fluktuasi harga kelapa dan rendahnya kualitas bahan baku menjadi permasalahan mendasar yang berawal dari tingkat petani .

Di balik tantangan tersebut, terdapat peluang besar untuk menerapkan prinsip ekonomi sirkular dalam agroindustri *coconut milk*. Vieira et al. (2024) menekankan bahwa pendekatan ekonomi sirkular memungkinkan residu kelapa diubah menjadi produk bernilai tambah seperti pupuk organik, bioetanol, bahan penjerap air limbah, dan bahan bakar alternatif. Divate et al. (2026) menegaskan bahwa sekitar 62-65% dari seluruh buah kelapa berakhir sebagai limbah berupa sabut dan tempurung, yang apabila tidak dikelola dengan baik justru menyebabkan pencemaran lingkungan serius melalui pembakaran terbuka atau pembuangan sembarangan. Namun, limbah-limbah ini berpotensi menjadi sumber energi biomassa, karbon aktif, dan produk bernilai ekonomi lainnya. Tulashie et al. (2022) secara spesifik menunjukkan bahwa *coconut milk* merupakan alternatif susu nabati yang berkelanjutan karena limbah yang dihasilkan dari produksinya, berupa sabut dan tempurung, dapat dimanfaatkan kembali sebagai biomassa energi, sehingga mendukung agenda keberlanjutan.

Inovasi teknologi menjadi kunci untuk mengatasi tantangan keberlanjutan sekaligus memanfaatkan peluang yang ada. Grass Ramírez et al. (2023) melalui studi Delphi dengan 32 ahli mengidentifikasi 10 teknologi prioritas untuk rantai agroindustri kelapa hingga tahun 2030, termasuk teknologi pengawetan *coconut milk*, metode ekstraksi gula kelapa, teknologi pengeringan *batch* dan kontinu, *lyophilisasi*, serta kemasan *biodegradable* untuk produk kelapa turunan. Dalam konteks pengolahan *coconut milk* secara spesifik, Divate et al. (2026) menyarankan penggunaan sumber energi terbarukan seperti panel surya dan gasifikasi biomassa, serta pemulihan panas buang melalui pemasangan penukar panas dan sistem penyimpanan energi termal untuk mengurangi jejak karbon. Selain itu, Vieira et al. (2024) menunjukkan bahwa investasi dalam pengembangan teknologi inovatif untuk pengolahan residu kelapa dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produk, sekaligus menjalin kemitraan supplier-pelanggan yang menguntungkan secara ekonomi dan lingkungan.

Keberhasilan transformasi keberlanjutan agroindustri *coconut milk* sangat bergantung pada kolaborasi antar pemangku kepentingan dan dukungan kebijakan yang terstruktur. Meilizar et al. (2023) mengusulkan strategi pengembangan agroindustri *coconut milk* melalui integrasi horizontal, yaitu membangun industri terintegrasi dengan petani kelapa sebagai pemasok bahan baku, menerapkan *Good Manufacturing Practices* (GMP), serta menjalin kerjasama dengan industri pangan lokal dan jasa transportasi . Dari sisi kebijakan, Gunawan et al. (2021) menegaskan perlunya intervensi pemerintah dan komitmen kuat untuk menyusun strategi jangka panjang guna memulihkan keberlanjutan rantai pasok kelapa, mengingat bahwa kelapa merupakan sumber penghasilan utama bagi sekitar 6,6 juta petani di Indonesia. Grass Ramírez et al. (2023) juga menyoroti bahwa kebaruan teknologi dan inovasi institusional merupakan strategi kunci untuk mengatasi berbagai permasalahan dan meningkatkan kualitas hidup produsen, pengolah, dan pemasar dalam nilai tambah kelapa. Secara keseluruhan, pendekatan holistik yang mengintegrasikan efisiensi sumber daya, konversi limbah, pengurangan penggunaan kimia, kemasan berkelanjutan, serta tanggung jawab sosial-ekonomi

diperlukan untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) 2030 dalam konteks agroindustri *coconut milk*.

Kesimpulan

Kajian SLR ini menyimpulkan bahwa agroindustri *coconut milk* telah mengalami transformasi teknologi yang signifikan, dari metode konvensional menuju teknik pengolahan modern yang mampu meningkatkan stabilitas produk dan memenuhi standar permintaan pasar global yang terus meningkat. Namun, keberlanjutan industri ini masih terhambat oleh struktur rantai nilai yang tidak efisien dan distribusi keuntungan yang belum merata, petani kecil sering kali menghadapi kendala dalam hal produktivitas, permodalan, serta posisi tawar yang rendah terhadap perantara . Peluang besar untuk meningkatkan daya saing terletak pada penerapan prinsip ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah menjadi energi atau produk samping bernilai tambah, yang secara bersamaan dapat memitigasi dampak lingkungan. Secara keseluruhan, masa depan agroindustri *coconut milk* yang berkelanjutan sangat bergantung pada integrasi strategi yang menyatukan inovasi teknologi pengolahan ramah lingkungan, penguatan kelembagaan di tingkat hulu, serta sinkronisasi kebijakan yang mendukung ekosistem rantai nilai yang lebih inklusif dan efisien.

Daftar pustaka

Abdullah, Z., Taip, F. S., & Mustapa Kamal, S. M. (2022). Comparative analysis of nutritional composition and droplet size of coconut milk due to dilution and emulsification. *Food Research*, 6(6), 48–52.

Abdullah, Z., Taip, F. S., Mustapa Kamal, S. M., & Abdul Rahman, R. Z. (2018). Effect of sodium caseinate concentration and sonication amplitude on the stability and physical characteristics of homogenized coconut milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(11), e13773.

Abeysekara, M. G. D., & Waidyarathne, K. P. (2020). The coconut industry: a review of price forecasting modelling in major coconut producing countries. *Cord*, 36, 17–26.

Ariyaprakai, S. (2022). Freeze thaw stability and heat stability of coconut oil-in-water emulsions and coconut milk emulsions stabilized by enzyme-modified soy lecithin. *Food Biophysics*, 17(4), 557–567.

Chen, Y., Chen, Y., Fang, Y., Pei, Z., & Zhang, W. (2024). Coconut milk treated by atmospheric cold plasma: Effect on quality and stability. *Food Chemistry*, 430, 137045. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137045

Deng, B., Li, Y., Yang, Y., & Xie, W. (2024). Advantages of UHT in retaining coconut milk aroma and insights into thermal changes of aroma compounds. *Food Research International*, *194*, 114937. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114937

Deng, L., Liu, Y., Zhang, S., Li, L., Zhu, J., & Yu, H. (2022). One-step method for improving the stability of coconut milk emulsion and keeping its flavor based on dynamic high-pressure microfluidization. *Food Science and Technology*, 42, e05522.

Divate, A. D., Moses, J. A., Anandakumar, S., Sinija, V. R., & Venkatachalapathy, N. (2026). Toward sustainability in coconut processing: current challenges, emerging concepts, and circular solutions. *Sustainable Food Technology*, 4(3), 2439–2456

Gengan, G., Zaini, N. S. M., Saari, N., Hussin, A. S. M., Jaafar, A. H., Hasan, H., Lim, E. J., Wan-Mohtar, W., & Abd Rahim, M. H. (2025). Nutritional and therapeutic benefits of coconut milk and its potential as a plant-based functional yogurt alternative: a review. *Food Sci. Hum. Wellness*, 14, 9250004.

Grass Ramirez, J. F., Muñoz, R. C., & Zartha Sossa, J. W. (2023). Innovations and trends in the coconut agroindustry supply chain: a technological surveillance and foresight analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1048450.

Gunawan, I., Trihastuti, D., & Mulyana, I. J. (2021). Sustainability issues of the coconut supply chain in Indonesia. *2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 158–162.

Ikatrinasari, Z. F., Rais, S., Pambengkas, R., & Nurul, B. (2026). Quality Control in Indonesia ' s Coconut Supply Chain. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 14(1), 15–32.

Jayanetti, M., Thambiliyagodage, C., Usgodaarachchi, L., Jayadasa, S., & Ratnayake, R. N. (2023). Evaluation of the changes in physiochemical properties and fatty acid profile of industrially pasteurized coconut (*Cocos nucifera*) milk during storage. *Journal of Science of the University of Kelaniya*, 16(1), 31–46.

Jiang, R., Xue, D., Chen, Y., Lv, X., Ni, L., & Liu, Z. (2025). Comparative Study of the Fatty Acid and Phenolic Profiles of Tender and Mature Coconut for Coconut Milk Production. *Foods*, *14*(23), 4023.

Kairupan, A. N., Kindangen, J. G., Joseph, G. H., Hutapea, R. T. P., Malia, I. E., Paat, P. C., Polakitan, D., Polakitan, A., Rawung, J. B. M., Lintang, M., & others. (2023). Value chain implementation in rural-scale integrated coconut farming system in North Sulawesi Province, Indonesia. In *Agricultural Value Chains-Some Selected Issues*. IntechOpen.

Karunasiri, A. N., Gunawardane, M., Senanayake, C. M., Jayathilaka, N., & Seneviratne, K. N. (2020). Antioxidant and nutritional properties of domestic and commercial coconut milk preparations. *International Journal of Food Science*, *2020*(1), 3489605.

Meilizar, M., Hadiguna, R. A., Santosa, S., & Nofialdi, N. (2024). Supply chain conceptual model to optimize a local food agroindustry from the coconut milk processing. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, *6*(1), 519–536.

Mengistu, B. A. (2025). Development of Plant-Based Milk Alternatives and Its Future Trends in the Middle East. *Journal of Food Processing and Preservation*, *2025*(1), 2743414.

Ming, J. L. K., Anuar, M. S., How, M. S., Noor, S. B. M., Abdullah, Z., & Taip, F. S. (2021). Development of an artificial neural network utilizing particle swarm optimization for modeling the spray drying of coconut milk. *Foods*, *10*(11), 2708.

Moreno, M. L., Kuwornu, J. K. M., & Szabo, S. (2020). Overview and constraints of the coconut supply chain in the Philippines. *International Journal of Fruit Science*, *20*(sup2), S524--S541.

Nabillah, R., Fawzi, N. I., Awuh, H. E., Rijanta, Qurani, I. Z., Suwardi, & Danapriatna, N. (2025). Exploring the dynamics of supply chain sustainability and resilience in the coconut agriculture: the case of Indragiri Hilir in Indonesia. *Environment, Development and Sustainability*, 1–35.

Ong, L. K., Sutikno, K. H., Jodie, K. A., & Riadi, L. (2023). Skim coconut milk processing by thermal and ultrasonic-thermal pasteurization. *Jurnal Rekayasa Proses*, *17*(2), 99–103.

Patil, U., & Benjakul, S. (2018). Coconut milk and coconut oil: their manufacture associated with protein functionality. *Journal of Food Science*, *83*(8), 2019–2027.

Pura, S. B. P., Manikantan, M. R., Anju, K. B., Vinija, V., Pandiselvam, R., Jayashekhar, S., & Hebbar, K. B. (2022). Foam mat drying technique in coconut milk: Effect of additives on foaming and powder properties and its economic analysis. *Journal of Food Processing Adn Preservation*, e17122

Saikhwan, P., Somana, J., & Konkamdee, W. (2022). Fouling mechanisms of coconut milk foulants formed during pasteurization. *Food and Bioproducts Processing*, *136*, 184–195.

Setiawan, A., Wijaya, R., Subeno, A., Affandi, A. B., Okviyanto, T., & Dewadi, F. M. (2026). Design of Coconut Milk Pressing Machine with Two Screw Shafts to Improve Extraction Efficiency and Quality. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 78–95.

Sondak, L., Hadi Darwanto, D., & Rahayu Waluyati, L. (2023). Partnership pattern of desiccated coconut value chain in North Sulawesi. *E3S Web of Conferences*, *444*, 2021.

Suksangpanomrung, P., Ritthiruangdej, P., Hiriotappa, A., & Therdthai, N. (2024). Rapid, non-destructive prediction of coconut composition for sustainable UHT milk production via near-

infrared spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis*, *128*, 106009. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106009

Sun, Y., Chen, H., Chen, W., Zhong, Q., Zhang, M., & Shen, Y. (2022). Effects of ultrasound combined with preheating treatment to improve the thermal stability of coconut milk by modifying the physicochemical properties of coconut protein. *Foods*, *11*(7), 1042.

Thirukumaran, R., Nimbkar, S., Mahalakshmi, L., Leena, M. M., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2023). Impact of different emulsification techniques on the stability of coconut milk. *Journal of Agriculture and Food Research*, *12*, 100608.

Tiravibulsin, C., Lorjaroenphon, Y., Udompijitkul, P., & Kamonpatana, P. (2021). Sterilization of coconut milk in flexible packages via ohmic-assisted thermal sterilizer. *Lwt*, *147*, 111552.

Tulashie, S. K., Amenakpor, J., Atisey, S., Odai, R., & Akpari, E. E. A. (2022). Production of coconut milk: A sustainable alternative plant-based milk. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *6*, 100206.

Velangi, M., & Savla, M. (2022). Role of plant based milk alternatives as a functional beverage: a review. *Int. J. Health Sci. Res*, *12*(11), 273–281.

Vieira, F., Santana, H. E. P., Jesus, M., Santos, J., Pires, P., Vaz-Velho, M., Silva, D. P., & Ruzene, D. S. (2024). Coconut waste: discovering sustainable approaches to advance a circular economy. *Sustainability*, *16*(7), 3066.

Wahyudi, A., Ardana, I. K., Aunillah, A., Rianto, B., Anggoro, U. K., Hasibuan, A. M., Mardiharini, M., Indrawanto, C., Wardono, B., Sudjarmoko, B., & others. (2025). Building sustainable and resilient coconut supply chains in remote areas: a study from Riau Province--Indonesia. *Sustainable Futures*, *9*, 100709.

Zainol, F. A., Arumugam, N., Daud, W. N. W., Suhaimi, N. A. M., Ishola, B. D., Ishak, A. Z., & Afthanorhan, A. (2023). Coconut value chain analysis: a systematic review. *Agriculture*, *13*(7), 1379.