

POTENSI PEMANFAATAN KULIT KEDELAI SEBAGAI PRODUK BERNILAI TAMBAH: TINJAUAN UNTUK PEMBERDAYAAN MASYARAKAT (*Studi Review*)

Nurma Angeliani Komalasari^{1*}, Esa Nylidia

¹Program Studi Diploma-III, Farmasi, Sekolah Tinggi Teknologi Industri dan Farmasi Bogor, Jl. Kumbang No. 23, Babakan, Kelurahan Bogor Tengah, Kota Bogor, 16128

ABSTRAK

Kulit kedelai merupakan hasil samping pemisahan kulit biji dalam pengolahan kedelai yang masih sering diperlakukan sebagai residu bernilai rendah. Padahal, bahan ini kaya serat pangan, mengandung protein, mineral, pektin, selulosa, hemiselulosa, dan senyawa fenolik yang dapat dikembangkan menjadi pangan berserat, pakan, bahan fermentasi, adsorben, biochar, maupun bahan baku bioproduk. Artikel ini bertujuan memetakan bukti ilmiah mengenai karakteristik kulit kedelai, pilihan produk bernilai tambah yang layak untuk skala masyarakat, prasyarat keamanan dan mutu, serta merumuskan kerangka pemberdayaan berbasis ekonomi sirkular. Tinjauan terarah dilakukan terhadap publikasi tahun 2015–2026 yang ditelusuri melalui Google Scholar, PubMed/PMC, DOAJ, Garuda, Crossref, dan situs penerbit terbuka menggunakan kombinasi kata kunci Indonesia dan Inggris. Literatur diseleksi berdasarkan relevansi bahan, kejelasan metode, keterhubungan dengan pengolahan atau pemberdayaan, dan ketersediaan teks lengkap. Sintesis menunjukkan bahwa produk berteknologi rendah hingga menengah—tepung komposit, abon atau nugget, pakan fermentasi, kompos, dan adsorben sederhana—lebih sesuai sebagai pintu masuk pemberdayaan dibanding ekstraksi senyawa murni atau biorefineri. Keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh komposisi bahan, tetapi juga kontinuitas pasokan, penanganan higienis, pengeringan, pengujian keamanan, penerimaan sensori, biaya proses, akses pasar, pembagian peran, dan pendampingan pascapelatihan. Model yang diusulkan terdiri atas pemetaan residu, seleksi produk bersama mitra, standardisasi proses, uji kelayakan minimum, produksi percontohan, penguatan usaha, dan evaluasi dampak. Bukti yang tersedia mendukung kulit kedelai sebagai sumber daya lokal potensial, tetapi klaim kesehatan dan peningkatan pendapatan harus dibuktikan melalui pengujian produk serta evaluasi lapangan yang memadai.

Kata kunci: kulit ari kedelai; ekonomi sirkular; pangan berserat; produk bernilai tambah; pemberdayaan masyarakat

ABSTRACT

Soybean hulls are by-products of soybean dehulling that are commonly treated as low-value residues. Nevertheless, they are rich in dietary fiber and contain protein, minerals, pectin, cellulose, hemicellulose, and phenolic compounds, allowing their conversion into fiber-enriched foods, feed, fermentation substrates, adsorbents, biochar, and other bioproducts. This article maps scientific evidence on soybean hull characteristics, value-added products feasible at community scale, safety and quality prerequisites, and a circular-economy-based empowerment framework. A directed review of publications from 2015 to 2026 was conducted through Google Scholar, PubMed/PMC, DOAJ, Garuda, Crossref, and open publisher websites using Indonesian and English keywords. Records were selected for material relevance, methodological clarity, links to processing or empowerment, and full-text accessibility. Evidence indicates that low- to medium-technology products-composite flour, shredded-food analogues or nuggets, fermented feed, compost, and simple adsorbents are more appropriate entry points than purified-compound extraction or biorefinery processes. Success depends not only on composition but also on supply continuity, hygienic

handling, drying, safety testing, sensory acceptance, processing cost, market access, role distribution, and post-training assistance. The proposed model includes residue mapping, participatory product selection, process standardization, minimum feasibility tests, pilot production, enterprise strengthening, and impact evaluation. Available evidence supports soybean hulls as a promising local resource; however, health and income claims require product testing and adequate field evaluation.

Keywords: soybean hull; circular economy; dietary fiber; value-added product; community empowerment

PENDAHULUAN

Industri tahu, tempe, susu kedelai, dan berbagai produk pangan berbasis kedelai memiliki posisi penting dalam penyediaan sumber protein terjangkau serta penghidupan usaha mikro di Indonesia. Pada tahap perendaman, pemecahan, atau pengupasan biji kedelai, sebagian lapisan pelindung biji akan terpisah sebagai kulit ari. Kulit kedelai terutama berasal dari bagian *testa*, sedangkan ampas tahu atau *okara* merupakan residu padat yang diperoleh setelah proses ekstraksi sari kedelai [1,2]. Pembedaan kedua bahan tersebut penting karena masing-masing memiliki kadar air, komposisi kimia, potensi bahaya, dan kebutuhan teknologi penanganan yang berbeda [1–3].

Dalam rantai pengolahan kedelai skala kecil, kulit ari kedelai sering bercampur dengan air proses, fragmen kotiledon, kotoran, dan mikroorganisme dari lingkungan produksi. Sebagian kulit kedelai dimanfaatkan sebagai pakan ternak, tetapi sebagian lainnya ditumpuk atau dibuang sehingga berpotensi menimbulkan bau, meningkatkan beban bahan organik, dan menurunkan kebersihan lingkungan produksi [1,2]. Kondisi tersebut memperlihatkan dua bentuk kehilangan sekaligus, yaitu hilangnya bahan yang masih mengandung komponen fungsional dan hilangnya peluang ekonomi bagi pelaku usaha serta kelompok masyarakat di sekitarnya.

Kulit kedelai diperkirakan mewakili sekitar 5–8% dari massa biji kedelai yang diproses, atau setara dengan 50–80 kg kulit kedelai dari setiap satu ton biji kedelai [1,4]. Komposisinya dapat bervariasi menurut varietas, efisiensi pengupasan, jumlah fragmen kotiledon yang terbawa, kondisi pengolahan, dan metode analisis yang digunakan [1,5]. Literatur melaporkan bahwa kulit kedelai dapat mengandung selulosa sekitar 29–51%, hemiselulosa 10–25%, lignin 1–4%, pektin 4–8%, dan protein sekitar 11–15% [1,2]. Kandungan serat pangan total pada beberapa sampel bahkan dapat melampaui 60% [4,6].

Variasi komposisi tersebut menegaskan bahwa data dari literatur tidak dapat langsung digunakan sebagai klaim komposisi atau klaim gizi pada label produk tanpa didukung hasil analisis terhadap bahan lokal.

Dominasi polisakarida dinding sel menjadikan kulit kedelai berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pangan berserat, pakan ternak, substrat fermentasi, adsorben, sumber selulosa, bahan baku bioetanol, dan biochar [1,2]. Kulit kedelai juga mengandung senyawa fenolik yang menunjukkan aktivitas antioksidan pada pengujian laboratorium [3,4]. Meskipun demikian, potensi komposisi kimia tidak secara otomatis menunjukkan bahwa suatu produk siap diterapkan dalam program pemberdayaan masyarakat. Teknologi yang membutuhkan pelarut khusus, enzim, pengendalian proses secara presisi, tahapan pemurnian, atau instrumen analitik berbiaya tinggi cenderung sulit dipertahankan oleh kelompok masyarakat apabila tidak didukung mitra industri, tenaga teknis, dan kepastian pasar [1,2,4].

Pemberdayaan masyarakat tidak hanya berupa penyampaian informasi atau pemindahan resep dari perguruan tinggi kepada peserta, tetapi harus menghasilkan peningkatan pengetahuan, keterampilan, kemandirian, dan kemampuan kelompok dalam mengelola usaha. Program pemberdayaan idealnya dimulai dari permasalahan yang disepakati bersama mitra, memanfaatkan sumber daya lokal, membagi peran secara adil, mengembangkan kemampuan teknis dan manajerial, serta membangun akses terhadap pasar. Oleh karena itu, valorisasi kulit kedelai perlu dipandang sebagai suatu sistem yang menghubungkan produsen atau pemasok residu, kelompok pengolah, pengendalian mutu, perizinan, pemasaran, konsumen, dan pengelolaan residu lanjutan.

Sejumlah kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Indonesia telah mengembangkan pemanfaatan kulit ari kedelai menjadi nugget, abon, dan pakan ternak, serta menerapkan

teknologi tepat guna untuk meningkatkan efisiensi pengupasan kedelai [7–9]. Pelatihan pembuatan nugget kulit kedelai dilaporkan dapat meningkatkan pengetahuan peserta mengenai pemanfaatan bahan lokal dan diversifikasi pangan [7]. Pendampingan pengolahan kulit kedelai menjadi abon juga menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan kelompok PKK dalam produksi, pengemasan, serta pemasaran produk [8]. Pemanfaatan kulit kedelai sebagai bahan pakan telah diperkenalkan melalui pelatihan pembuatan pakan alternatif, sedangkan penerapan mesin pengupas membantu meningkatkan kapasitas dan efisiensi produksi UMKM tempe [8–10].

Meskipun menunjukkan hasil yang positif, sebagian laporan pengabdian masih berfokus pada perubahan pengetahuan, keterampilan, atau kapasitas produksi segera setelah kegiatan dilaksanakan. Bukti mengenai konsistensi mutu produk, keamanan, umur simpan, biaya produksi per unit, pembelian berulang, distribusi manfaat ekonomi, serta keberlanjutan produksi setelah beberapa bulan pendampingan masih terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya model pemberdayaan yang tidak berhenti pada pelatihan, tetapi dilanjutkan dengan standarisasi proses, pengujian produk, penguatan pengelolaan usaha, uji pasar, dan evaluasi keberlanjutan.

Kajian mengenai kulit kedelai selama ini cenderung berkembang dalam tiga rumpun yang terpisah. Rumpun pertama berfokus pada karakterisasi komposisi, serat pangan, senyawa fenolik, dan pengembangan produk pangan [1,3–5]. Rumpun kedua membahas konversi kulit kedelai menjadi biomolekul, bahan fermentasi, bioenergi, adsorben, dan material lain melalui pendekatan bioteknologi atau biorefineri [1,2]. Rumpun ketiga berupa laporan kegiatan pengabdian yang mengembangkan produk tertentu atau menerapkan teknologi tepat guna pada kelompok masyarakat dan UMKM [6–10].

Kajian berbahasa Indonesia yang mengintegrasikan ketiga rumpun tersebut menjadi kerangka pemilihan produk untuk pemberdayaan masyarakat masih terbatas. Akibatnya, pemilihan produk dalam kegiatan pengabdian berpotensi lebih banyak didasarkan pada kebaruan gagasan daripada kesesuaian antara karakteristik bahan, kebutuhan masyarakat, kapasitas mitra, investasi, risiko keamanan, ketersediaan teknologi, dan peluang pasar.

Kebaruan artikel ini terletak pada penyusunan matriks kelayakan multi-aspek dan model implementasi bertahap yang membedakan potensi pada tingkat laboratorium dengan alternatif produk yang relatif siap diterapkan pada skala masyarakat. Tinjauan ini juga merumuskan bukti minimum yang perlu dikumpulkan dalam kegiatan pengabdian, meliputi data awal mitra, karakteristik bahan, capaian pengetahuan dan keterampilan, konsistensi mutu produk, keamanan, biaya produksi, hasil penjualan, serta keberlanjutan kegiatan. Kerangka tersebut diharapkan dapat membantu perguruan tinggi dan mitra menentukan pilihan produk yang tidak hanya menarik secara ilmiah, tetapi juga realistis, aman, dan berpeluang berkelanjutan.

Artikel ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi karakteristik dan potensi teknologi kulit kedelai berdasarkan bukti ilmiah; (2) membandingkan alternatif produk bernilai tambah menurut kompleksitas teknologi dan relevansinya terhadap pemberdayaan masyarakat; (3) mengidentifikasi risiko keamanan, mutu, ekonomi, dan kelembagaan dalam penerapan teknologi pengolahan kulit kedelai; serta (4) merumuskan model program dan indikator evaluasi yang dapat digunakan untuk merancang kegiatan pengabdian kepada masyarakat berbasis bukti.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan studi berupa artikel penelitian, artikel review, artikel pengabdian masyarakat, buku atau bab ilmiah terbuka, laporan teknis lembaga, dan regulasi yang relevan. Unit analisis mencakup: definisi bahan, komposisi, praperlakuan, bentuk produk, kebutuhan alat, parameter mutu, keamanan, penerimaan pengguna, hasil pemberdayaan, dan keterbatasan studi. Publikasi primer diprioritaskan untuk angka komposisi dan kinerja produk, sedangkan review digunakan untuk memetakan spektrum teknologi.

Alat

Perangkat studi literatur berupa komputer dengan koneksi internet, peramban, aplikasi pengelola referensi yang mendukung gaya Vancouver (Mendeley), lembar kerja ekstraksi data, dan perangkat pengolah kata. Basis penelusuran mencakup Google Scholar, PubMed/PMC, Directory of Open Access Journals, Garuda Kemdiktisaintek, Crossref, repositori perguruan tinggi, serta situs penerbit yang menyediakan teks lengkap. Penggunaan

beberapa basis diperlukan karena bukti teknologi pangan banyak terdapat pada jurnal internasional, sedangkan praktik pemberdayaan lokal lebih banyak terindeks pada Garuda atau laman jurnal institusi.

Metode

Desain Tinjauan

Artikel disusun sebagai tinjauan literatur terstruktur dengan sintesis naratif dan keluaran berupa model implementasi konseptual. Desain ini dipilih karena pertanyaan mencakup bukti yang heterogen uji laboratorium, teknologi proses, studi pangan, pakan, material, dan pengabdian. Sehingga meta-analisis kuantitatif tidak sesuai. Artikel ini tidak diklaim sebagai *systematic review* penuh. Meskipun demikian, sumber informasi, strategi penelusuran, kriteria pemilihan, ekstraksi, dan proses sintesis dilaporkan agar pembaca dapat menilai keterlacakan bukti.

Strategi Pencarian

Penelusuran dilaksanakan pada 11 Agustus 2026 untuk publikasi Januari 2015–Juli 2026, disertai sumber seminal sebelum 2015 apabila diperlukan untuk menjelaskan komposisi atau teknologi dasar. Sumber ditelusuri melalui PubMed/PubMed Central, DOAJ, Garuda Kemdiktisaintek, Google Scholar, Crossref, repositori perguruan tinggi, dan situs penerbit terbuka. Kombinasi kata kunci meliputi “kulit kedelai”, “kulit ari kedelai”, “limbah tempe”, “soybean hull”, “soy hull”, “soybean husk”, “dietary fiber”, “valorization”, “food application”, “fermented feed”, “biochar”, “adsorbent”, “community empowerment”, “pengabdian masyarakat”, “UMKM”, dan “circular economy”. Operator AND/OR disesuaikan dengan fasilitas setiap laman. Pencarian balik dilakukan pada daftar pustaka sumber kunci.

Seleksi Penilaian Sumber

Kurasi awal menghasilkan 38 rekaman yang dianggap berpotensi relevan dari hasil pencarian terarah dan penelusuran balik. Delapan rekaman duplikat dihapus. Tiga puluh judul dan abstrak diperiksa; delapan dikeluarkan karena membahas okara atau limbah kedelai tanpa data khusus kulit, tidak berkaitan dengan pengolahan/pemberdayaan, atau hanya berupa informasi promosi. Sebanyak 22 teks lengkap dinilai. Empat sumber tidak dimasukkan dalam sintesis inti karena identitas bahan atau metode tidak cukup jelas. Dengan demikian, 18 publikasi menjadi korpus utama, sedangkan

regulasi dan sumber teknis digunakan sebagai pendukung konteks. Jumlah tersebut menggambarkan korpus kurasi artikel ini dan tidak dimaksudkan sebagai hasil pencarian bibliografis yang exhaustif.

Kualitas sumber dinilai secara pragmatis dengan empat pertanyaan: apakah bahan dapat dibedakan dari okara; apakah metode pengolahan atau intervensi dijelaskan; apakah data mendukung simpulan; dan apakah implikasinya relevan bagi pilihan teknologi masyarakat. Artikel pengabdian juga diperiksa dari kejelasan mitra, masalah awal, bentuk intervensi, indikator perubahan, dan tindak lanjut. Literatur tanpa metode atau yang hanya memuat klaim promosi tidak digunakan sebagai dasar simpulan.

Ekstraksi dan Sintesis Data

Data diekstraksi ke dalam matriks yang memuat penulis-tahun, lokasi, jenis bahan, perlakuan, produk, hasil utama, kebutuhan teknologi, risiko, dan implikasi pemberdayaan. Sintesis dilakukan dalam lima tema: karakter bahan; pilihan produk; keamanan dan mutu; kelayakan ekonomi-kelembagaan; serta desain pemberdayaan. Opsi produk diberi penilaian kualitatif rendah, sedang, atau tinggi pada kebutuhan investasi, kompleksitas proses, kebutuhan uji, potensi pasar, dan kesesuaian skala masyarakat. Penilaian tersebut merupakan interpretasi penulis berdasarkan bukti, bukan hasil uji lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identitas Bahan dan Karakteristik Utama

Istilah soybean hull dan soybean husk sering dipakai bergantian, tetapi artikel Indonesia juga menggunakan istilah kulit ari kedelai atau kleci. Dalam konteks tempe, residu biasanya basah karena terpisah setelah perendaman dan pemecahan. Bahan basah lebih mudah rusak daripada hull kering industri minyak. Karena itu, program pengolahan harus mencatat sumber, waktu sejak pemisahan, kadar air, kontaminasi fisik, dan riwayat penyimpanan. Tanpa identifikasi ini, perbandingan hasil antarliteratur menjadi lemah.

Kulit kedelai tersusun terutama oleh karbohidrat struktural (Tabel 1). Selulosa memberi kekuatan serat, hemiselulosa dan pektin memengaruhi kapasitas menahan air, sedangkan lignin relatif rendah dibanding banyak residu lignoselulosa lain. Protein yang terukur sebagian dapat berasal dari fragmen

kotiledon yang melekat. Kandungan mineral dan fenolik juga dipengaruhi ukuran partikel; fraksi yang lebih halus dapat memiliki komposisi

berbeda karena tingkat kontaminasi kotiledon atau luas permukaan [1–5,11].

Tabel 1 Komponen Utama Kulit Kedelai dan Implikasinya terhadap Pengembangan Produk Bernilai Tambah

Komponen	Rentang/karakter	Implikasi produk
Serat pangan	Umumnya tinggi; dominan tidak larut	Fortifikasi pangan, pakan, substrat/adsorben; dapat mengeraskan tekstur.
Selulosa	± 29 –51% pada berbagai sumber	Bahan serat, biokomposit, gula fermentasi setelah praperlakuan.
Hemiselulosa	± 10 –25%	Sumber oligosakarida/gula; memengaruhi hidrasi.
Pektin	± 4 –8%	Pengikat air dan kandidat bahan fungsional.
Protein	Sering ± 11 –15%; bervariasi	Kontribusi gizi, tetapi bukan alasan tunggal untuk klaim tinggi protein.
Fenolik	Ada dalam fraksi bebas/terikat	Potensi antioksidan; perlu ekstraksi dan verifikasi.

Serat tidak larut berpotensi meningkatkan massa feses dan berinteraksi dengan mikrobiota. Namun, manfaat kesehatan pada manusia tidak dapat disimpulkan hanya berdasarkan komposisi kimia atau pengujian *in vitro*. Penelitian pangan menunjukkan bahwa ukuran partikel, ekstrusi, dan kombinasi dengan bahan lain dapat memperbaiki sifat fungsional kulit kedelai serta memungkinkan penggunaannya untuk fortifikasi roti dan produk daging. Pada konsentrasi yang terlalu tinggi, penambahan serat dapat mengurangi volume, meningkatkan kekerasan, mengubah warna, dan menimbulkan tekstur berpasir sehingga formulasi dan penerimaan sensori perlu dioptimalkan [12,13].

Rantai penanganan bahan baku

Peningkatan nilai tambah dimulai dari penanganan bahan baku. Kulit kedelai basah yang dibiarkan pada suhu ruang berisiko mengalami pertumbuhan mikroba, pembentukan bau, dan perubahan warna. Berdasarkan karakter bahan dan praktik pengolahan pada studi pangan, alur minimum yang disarankan meliputi pemisahan benda asing, pencucian dengan air layak, penirisan, perlakuan panas sesuai tujuan, pengeringan sampai kadar air aman, penggilingan, pengayakan, pengemasan kedap lembap, dan pemberian kode lot [3,6,7,12–15].

Pengeringan matahari relatif murah, tetapi sangat bergantung pada cuaca dan meningkatkan risiko paparan debu serta kontaminasi. Pengering kabinet menghasilkan kondisi yang lebih terkendali, meskipun membutuhkan investasi dan energi. Model hibrida dapat dilakukan melalui penirisan atau pengepresan, dilanjutkan dengan pengering surya tertutup dan

penyelesaian menggunakan oven. Suhu dan waktu pengeringan perlu dikendalikan karena dapat memengaruhi warna, aroma, senyawa fenolik, serta sifat hidrasi bahan [3,4,12,13].

Fermentasi dapat mengubah fraksi serat dan meningkatkan nilai nutrisi atau pencernaan bahan pakan. Akan tetapi, hasilnya dipengaruhi oleh jenis dan dosis inokulum, kadar air, aerasi, suhu, serta waktu inkubasi. Oleh karena itu, penerapan fermentasi pada kelompok masyarakat memerlukan prosedur tertulis, inokulum yang aman, wadah bersih, dan kriteria penolakan terhadap bau, warna, atau pertumbuhan kapang yang tidak diharapkan [16–18].

Alternatif produk pangan Tepung dan bahan komposit

Tepung kulit kedelai merupakan bahan antara yang fleksibel. Setelah melalui pencucian, pemanasan bila diperlukan, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan, tepung dapat digunakan sebagai bahan campuran biskuit, roti, mi, nugget, atau pangan lokal. Studi pengolahan pangan menunjukkan bahwa ekstrusi dan pengaturan ukuran partikel dapat memperbaiki sifat fungsional tepung. Bentuk tepung juga lebih mudah disimpan dibandingkan kulit kedelai basah [12–16,19].

Keterbatasan tepung kulit kedelai meliputi warna kecokelatan, aroma khas, tekstur kasar, dan daya ikat air tinggi yang dapat mengubah kebutuhan cairan dalam formulasi. Tingkat substitusi tidak dapat digeneralisasi karena ukuran partikel dan jumlah penambahan memengaruhi karakter fisik serta penerimaan produk. Formulasi perlu diuji bertahap melalui kontrol dan beberapa tingkat substitusi,

kemudian dinilai berdasarkan mutu fisik, komposisi proksimat, keamanan mikrobiologis, dan sensori. Klaim sebagai sumber serat harus didukung hasil analisis produk akhir dan kesesuaian dengan ketentuan pelabelan [12–15,19].

Abon, nugget, dan pangan siap olah

Kegiatan pengabdian di Indonesia menunjukkan bahwa kulit kedelai dapat diperkenalkan melalui produk abon dan nugget. Kedua bentuk produk relatif familier dan memungkinkan peserta mempraktikkan pencucian, penghalusan, pencampuran, pemasakan, pengemasan, dan pemasaran. Pelatihan nugget dilaporkan meningkatkan pengetahuan peserta, sedangkan pendampingan abon mencakup peningkatan pengetahuan, keterampilan produksi, pengemasan, dan pemasaran [6,7].

Produk basah seperti nugget memerlukan pengendalian rantai dingin dan umur simpan, sedangkan abon goreng membutuhkan pengendalian kadar minyak, ketengikan, dan konsistensi pengeringan. Klaim bahwa satu produk dapat mengatasi stunting perlu dihindari karena stunting bersifat multidimensional. Produk lebih tepat diposisikan sebagai alternatif diversifikasi pangan setelah komposisi, keamanan, dan penerimaannya diverifikasi [6,7]. Selain itu juga baru-baru ini ada yang memanfaatkan tepung kulit ari kedelai menjadi makanan ringan seperti cookies [20].

Ekstrak serat dan bahan fungsional

Ekstraksi serat pangan, pektin, polifenol, atau selulosa dapat menghasilkan bahan bernilai lebih tinggi, tetapi membutuhkan pengendalian pH, suhu, pelarut, pemurnian, pengeringan, dan pengujian analitik. Metode yang lebih ramah lingkungan, seperti ekstraksi berbasis air, ultrasonik, atau pelarut hijau, terus dikembangkan. Untuk pemberdayaan masyarakat, jalur ini lebih realistis melalui kemitraan berjenjang: kelompok menyediakan bahan kering terstandarisasi, sedangkan ekstraksi dilakukan oleh perguruan tinggi atau industri yang memiliki fasilitas memadai [21,22].

Pakan dan fermentasi

Pemanfaatan sebagai pakan merupakan salah satu jalur yang telah banyak dikaji karena serat kulit kedelai dapat menjadi sumber energi bagi ruminansia melalui fermentasi rumen. Pada unggas dan hewan monogastrik, kandungan serat yang tinggi membatasi tingkat penggunaannya sehingga formulasi harus

mempertimbangkan spesies, fase pertumbuhan, pencernaan, dan keseimbangan nutrisi. Studi fermentasi di Indonesia menunjukkan bahwa inokulum dan waktu inkubasi dapat mengubah nilai nutrisi, tetapi hasilnya tidak selalu seragam [6,17–19].

Pada tingkat masyarakat, pakan fermentasi berpotensi diterapkan jika terdapat peternak sebagai pasar lokal dan tersedia pendampingan formulasi. Risiko utamanya meliputi kontaminasi kapang, kadar air berlebih, variasi mutu bahan, dan klaim komposisi yang tidak didukung pengujian. Karena itu, penetapan tingkat penggunaan dan uji performa perlu melibatkan ahli nutrisi ternak. Produk tidak boleh disebut pakan lengkap apabila hanya berfungsi sebagai satu bahan atau suplemen [6,8,17–19].

Produk lingkungan, material, dan energi Adsorben dan pengolahan air

Struktur lignoselulosa dan gugus hidroksil pada kulit kedelai memungkinkan bahan atau turunannya dimanfaatkan sebagai adsorben. Modifikasi kimia dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi, tetapi juga membutuhkan pencucian dan menghasilkan residu reagen. Pada skala masyarakat, adsorben lebih aman diposisikan sebagai produk percontohan setelah kapasitasnya diuji terhadap kontaminan tertentu dan tersedia prosedur pengelolaan adsorben bekas [1,2,19,23].

Kompos, biochar, dan pembenah tanah

Pengomposan merupakan alternatif berteknologi rendah apabila tersedia lahan, bahan penyeimbang, dan pengguna produk. Kulit kedelai dapat dicampurkan dengan residu organik lain untuk mengendalikan kelembapan dan rasio karbon-nitrogen. Kematangan produk perlu dinilai melalui perubahan suhu, bau, warna, dan stabilitas. Walaupun nilai jual per kilogram cenderung lebih rendah dibandingkan produk pangan, pengomposan dapat menyerap bahan dalam volume lebih besar dengan risiko proses yang relatif rendah [23,24].

Biochar dihasilkan melalui pemanasan biomassa pada kondisi oksigen terbatas. Produk ini berpotensi digunakan sebagai pembenah tanah dan adsorben, tetapi pembuatannya membutuhkan reaktor aman, pengendalian asap, energi, serta karakterisasi pH, abu, karbon, dan kontaminan. Manfaat biochar terhadap retensi air dan nutrisi dipengaruhi oleh jenis bahan, suhu pirolisis, dosis, dan karakter tanah. Karena itu, teknologi ini sesuai apabila tersedia operator terlatih dan pasar pertanian [23,24].

Gula fermentasi, bioetanol, enzim, dan bioproduk

Selulosa dan hemiselulosa pada kulit kedelai dapat dihidrolisis menjadi gula yang selanjutnya digunakan untuk menghasilkan etanol, asam organik, enzim, atau biomolekul lain. Kandungan lignin yang relatif rendah mendukung proses hidrolisis, tetapi praperlakuan alkali atau asam, netralisasi, penggunaan enzim, sterilisasi, dan pemurnian meningkatkan biaya serta kebutuhan fasilitas. Jalur biorefineri karena itu lebih sesuai dikembangkan melalui kemitraan laboratorium atau industri daripada produksi mandiri oleh kelompok masyarakat [2,4,19,21,22].

Matriks kelayakan untuk skala masyarakat

Matriks kelayakan menunjukkan bahwa nilai tambah potensial tertinggi tidak selalu identik dengan pilihan terbaik bagi masyarakat (Tabel 2). Teknologi kompleks mempunyai risiko kegagalan lebih tinggi apabila volume bahan kecil, mutu tidak konsisten, fasilitas terbatas, dan pembeli belum tersedia. Sebaliknya, produk sederhana dapat memberi manfaat lebih cepat jika menggunakan alat yang telah dimiliki dan memiliki pasar lokal. Berdasarkan sintesis studi teknologi dan pengabdian, pemilihan produk perlu dilakukan bersama mitra dengan mempertimbangkan kebutuhan, kemampuan, risiko, investasi, margin, dan dampak lingkungan [6–10,23,25].

Tabel 2 Matriks Kelayakan Alternatif Pemanfaatan Kulit Kedelai untuk Pemberdayaan Masyarakat

Opsi	Teknologi	Risiko utama	Kesesuaian awal
Tepung komposit	Rendah–sedang	Mikroba, sensori, klaim gizi	Tinggi bila ada pasar pangan
Abon/nugget	Rendah–sedang	Minyak/rantai dingin, umur simpan	Tinggi untuk pelatihan; perlu validasi
Pakan fermentasi	Sedang	Jamur, formulasi, variasi nutrisi	Tinggi di wilayah peternakan
Kompos	Rendah	Kematangan dan pasar volume besar	Sedang–tinggi
Biochar	Sedang–tinggi	Asap, kebakaran, mutu tidak seragam	Sedang bila sarana tersedia
Adsorben	Sedang	Efikasi dan limbah adsorben bekas	Sedang untuk kemitraan
Ekstrak/selulosa	Tinggi	Reagen, pemurnian, pasar spesifik	Rendah untuk produksi mandiri
Bioetanol/bioproduk	Tinggi	Investasi, keselamatan, pemurnian	Rendah; cocok kemitraan industri

Keamanan dan pengendalian mutu

Kulit kedelai yang ditujukan sebagai bahan pangan harus diperlakukan mengikuti prinsip keamanan pangan, bukan sekadar dianggap sebagai limbah yang dapat digunakan kembali setelah dicuci. Titik kritisnya meliputi mutu air, kebersihan wadah, lama penyimpanan basah, pengeringan, benda asing, serangga, kapang, dan kontaminasi silang alergen. Kedelai merupakan bahan alergenik yang perlu diinformasikan pada label. Pemanasan dapat menurunkan sebagian faktor antinutrisi, tetapi tidak menghilangkan risiko alergi dan tidak menggantikan pengujian mikrobiologis [3,12–15].

Jenis pengujian perlu disesuaikan dengan peruntukan produk. Tepung memerlukan pemeriksaan kadar air, abu, protein, lemak, serat, cemaran mikroba, dan sensori; produk siap santap membutuhkan evaluasi mikrobiologi dan

umur simpan; pakan memerlukan analisis proksimat, serat, mikotoksin, dan uji penggunaan; sedangkan kompos atau biochar perlu dinilai berdasarkan parameter yang sesuai dengan peruntukannya [3,12,24,13–19,23].

Standardisasi sederhana dapat diterapkan melalui spesifikasi penerimaan bahan: sumber produsen tercatat, bahan dikumpulkan pada hari yang sama, tidak berbau busuk, bebas benda asing, diproses dalam batas waktu tertentu, dan diberi kode batch. Catatan produksi perlu memuat berat bahan masuk, rendemen, suhu dan waktu proses, berat produk, hasil pemeriksaan, dan tindakan koreksi. Pendekatan dokumentasi semacam ini mendukung konsistensi dan keberlanjutan program [6–10].

Kelayakan ekonomi dan model bisnis

Analisis biaya perlu memperhitungkan seluruh biaya riil, bukan hanya harga bahan.

Walaupun kulit kedelai mungkin diperoleh tanpa pembelian, proses tetap membutuhkan wadah, pengangkutan, pencucian, energi, tenaga kerja, penyusutan alat, pengujian, kemasan, pemasaran, dan menanggung kehilangan hasil. Harga pokok produksi sebaiknya dihitung per satuan produk layak jual dengan mempertimbangkan rendemen bahan basah [6–10].

Model bisnis yang dapat dipertimbangkan meliputi penjualan kulit terpilah oleh produsen tempe kepada kelompok pengolah, produksi tepung antara oleh kelompok, pengelolaan alat pengering dan penggiling melalui koperasi, atau penghubungan kelompok dengan pembeli industri oleh perguruan tinggi. Kesepakatan

kemitraan perlu mengatur mutu, harga, jadwal, kepemilikan merek, penggunaan alat, pembagian manfaat, dan tanggung jawab atas produk yang tidak memenuhi spesifikasi [6–10].

Uji pasar perlu dilakukan sebelum investasi diperbesar melalui wawancara calon pembeli, pembuatan prototipe, uji penerimaan, perhitungan harga, penjualan terbatas, dan pemantauan pembelian ulang. Jumlah peserta pelatihan tidak cukup sebagai indikator ekonomi; indikator yang lebih kuat meliputi volume produk terjual, pelanggan berulang, margin kontribusi, proporsi batch sesuai, dan pendapatan bersih anggota [6–10].

Tabel 3 Tahapan Model Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Pemanfaatan Kulit Kedelai

Tahap	Kegiatan inti	Bukti minimum
1. Pemetaan	Sumber, volume, musim, cara buang, aktor, masalah	Catatan 2–4 minggu dan peta aktor
2. Seleksi	Skoring produk bersama mitra dan calon pembeli	Berita acara pilihan dan alasan
3. Standardisasi	SOP bahan, higiene, proses, batch, limbah	SOP dan lembar kendali
4. Validasi	Uji mutu, keamanan, sensori/efikasi, biaya	Hasil uji dan HPP awal
5. Percontohan	Produksi terbatas dan pelatihan berbasis praktik	Produk konsisten dan skor keterampilan
6. Penguatan usaha	Kemasan, legalitas, pemasaran, pembukuan	Penjualan, buku kas, dokumen izin
7. Evaluasi	Dampak 1, 3, dan 6 bulan; refleksi dan perbaikan	Data keberlanjutan dan rencana lanjut

Model pemberdayaan masyarakat yang diusulkan

Model tujuh tahap dalam artikel ini merupakan sintesis bukti teknologi dan praktik pengabdian yang diterapkan secara perurutan dan fleksibel. Tahapannya meliputi pemetaan volume dan kondisi residu, pemilihan teknologi bersama mitra, pelatihan praktik, produksi percontohan, serta pendampingan usaha. Pelatihan mencakup penimbangan, pengendalian titik kritis, pencatatan batch, pengemasan, dan evaluasi produk. Produksi perlu dilakukan dalam beberapa batch oleh operator berbeda untuk menilai konsistensi proses dan keberhasilan transfer teknologi.

Pendampingan usaha meliputi perhitungan harga pokok produksi, penetapan harga, pengembangan merek dan label, pemasaran, serta penyesuaian legalitas produk. Evaluasi dapat dilakukan pada bulan ke-1, ke-3, dan ke-6

dengan menggabungkan tes pengetahuan, observasi keterampilan, catatan produksi, pembukuan, wawancara, dan dokumentasi. Indikator evaluasi pada Tabel 4 digunakan untuk menilai kemampuan produksi mandiri, konsistensi mutu, keaktifan anggota, dan keberlanjutan usaha, bukan hanya peningkatan nilai *pretest-posttest*.

Agenda riset dan pengabdian lanjutan

Berdasarkan kesenjangan bukti yang ditemukan, penelitian dan program lanjutan perlu difokuskan pada karakterisasi kulit kedelai local, pengeringan berbiaya rendah, pengembangan produk sesuai kebutuhan pasar, pengujian umur simpan, analisis kelayakan usaha, serta evaluasi keberlanjutan. Dalam bidang farmasi dan Kesehatan, kulit kedelai berpotensi dikembangkan sebagai sumber serta, fenolik, pektin, dan selulosa, tetapi memerlukan standarisasi bahan, identifikasi senyawa, serta

pengujian keamanan dan aktivitas. Perguruan tinggi dapat berperan dalam pengembangan bahan terstandarisasi, ekstrak, atau eksipien, sedangkan masyarakat dilibatkan dalam penyediaan dan pengolahan awal bahan baku melalui kemitraan dengan UMKM, laboratroium, pemerintah daerah, dan calon pembeli.

Tabel 4 Indikator Evaluasi Program Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Pemanfaatan Kulit Kedelai

Dimensi	Indikator yang disarankan
Input	Volume kulit terpetakan; alat tersedia; komitmen pemasok dan kelompok.
Proses	Kehadiran, partisipasi praktik, kepatuhan SOP, jumlah batch uji.
Pengetahuan	Perubahan skor pretest–posttest dengan instrumen yang valid.
Keterampilan	Rubrik: higiene, penimbangan, proses, kendali mutu, pencatatan.
Produk	Rendemen, batch sesuai, mutu, keamanan, sensori, umur simpan.
Ekonomi	HPP, volume terjual, pembelian ulang, margin, pendapatan bersih.
Lingkungan	Persentase residu dialihkan; residu baru; air dan energi proses.
Kelembagaan	SOP digunakan, pembagian peran, kas kelompok, kemitraan aktif.
Keberlanjutan	Produksi dan pasar masih berjalan pada bulan ke-3 dan ke-6.

SIMPULAN

Kulit kedelai berpotensi dikembangkan menjadi produk bernilai tambah karena mengandung serat dan berbagai komponen fungsional. Produk yang relatif mudah diterapkan dalam pemberdayaan masyarakat meliputi tepung komposit, pangan lokal, pakan fermentasi, dan kompos, sedangkan biochar, adsorben, ekstrak, serta bioproduk memerlukan dukungan teknologi dan kemitraan yang lebih kuat. Keberhasilan program perlu dinilai melalui mutu produk, peningkatan keterampilan, kelayakan ekonomi, pengurangan limbah, serta

keberlanjutan usaha. Oleh karena itu, pemanfaatan kulit kedelai perlu dirancang secara bertahap, partisipatif, dan disesuaikan dengan kebutuhan serta potensi pasar setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan kemudahan akses terhadap sumber literatur selama penyusunan artikel ini. Artikel ini disusun secara mandiri tanpa dukungan pendanaan atau bantuan finansial dari pihak mana pun.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Liu H min, Li H yang. 2017. Application and Conversion of Soybean Hulls. London:IntechOpen.

[2] Bittencourt GA, Porto L, Vandenberghe DS, Valladares-diestra K, Mello M De, V ZS, *et al.* 2021. Soybean hulls as carbohydrate feedstock for medium to high-value biomolecule production in biorefineries: A review. *Bioresource Technology*.

[3] Qian B, Huang L, Zhao J, Zhu Z. Analysis of physiochemical composition and antioxidant properties between hulls of the genetically modified glyphosate-tolerant soybean and northeast soybean. 2021. *Food Sci Biotechnol*. 30:505–512.

[4] Cabezudo I, Meini MR, Di Ponte CC, Melnichuk N, Boschetti CE, Romanini D. Soybean (*Glycine max*) hull valorization through the extraction of polyphenols by green alternative methods. 2021. *Food Chem*. 338:100.

[5] Yang L, Zhao Y, Huang J, Zhang H, Lin Q, Han L, *et al.* 2020. Insoluble Dietary Fiber from Soy Hulls Regulates the Gut Microbiota In Vitro and Increases The Abundance of Bifidobacteriales and Lactobacillales. *J Food Sci Technol*. 57:152–62.

[6] Shuaib M, Paneru D, Hafeez A, Tahir M, Kim WK. 2023. The Chemical Composition of Soyhulls and Their Effect on Amino Acid and Nutrient Digestibility in Laying Hens during the Peak of Production. *Animals*. 13(17):1–15.

[7] Dewi SR, Azmi RN, Mentari IA, Pratiwi VH, Afriliani ED, Fitriyani NH, *et al.* 2023. Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai sebagai Bahan Pembuatan Nugget untuk Peningkatan Gizi Anak Stunting. *Pengabdianmu: J Ilmu Pengabdian Kpd Masy*. 8(5):720–727.

- [8] Kusumadewi TV, Wijayanti ID, Guntur HL, Suwarta P, Hendrowati W. 2025. Peningkatan Efektivitas Produksi Kedelai dengan Mesin Pengupas Skala Industri. *Sewagati J Pengabdian Kpd Masy*.9(5):1–8.
- [9] Ramadani AH, Ketintang J, Ridlwan AA. 2022. Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai Otomatis untuk Meningkatkan Produktivitas Industri Kecil Tempe di Tulungagung. *Abimanyu J Community Engagem*. 3(1):29–39.
- [10] Mufarrih A, Harijono A, Hariyanto MN, Udianto P. 2022. Pemanfaatan Mesin Pengupas Kedelai untuk Meningkatkan Produksi UMKM Tempe. *AMMA: J Pengabdian Masy*. 1(10):1170–1176.
- [11] Nino-Medina G, Muy-Rangel D, Urias-Orona V. 2017. Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Hulls: Byproducts with Potential Use as a Source of High Value-Added Food Products. *Waste and Biomass Valor*. 8:1199–1203.
- [12] Sadat F, Mostafa T, Tehrani M, Koocheki A. 2022. Effects of substitution level and particle size of extruded soybean hull fractions on physicochemical and sensorial properties of high-fiber pan bread during storage. *Food Sci Nutr*. 10:4345–4359.
- [13] Tabibloghmany F., Mazaheri Tehrani M, Koocheki A. 2020. Optimization of the extrusion process through response surface methodology for improvement in functional and nutritional properties of soybean hull. *J Food Sci Technol*. 57: 4054-4064.
- [14] Zhang S shan, Duan J ya, Zhang T teng, Lv M. 2023. Effect of compound dietary fiber of soybean hulls on the gel properties of myofibrillar protein and its mechanism in recombinant meat products. *Front. Nutr*. 10:1129514.
- [15] Araujo-Chapa AP, Urias-Orona V, Nino-Medina G, Muy-Rangel D, Laura de la Garza A, Castro H. 2023. Dietary Fiber from Soybean (*Glycine max*) Husk as Fat and Phosphate Replacer in Frankfurter Sausage: Effect on the Nutritional, Physicochemical and Nutraceutical Quality. *Molecules*. 28(13):4997.
- [16] Rohmawati D, Djunaidi IH, Widodo E. 2015. Nilai Nutrisi Tepung Kulit Ari Kedelai dengan Level Inokulum Ragi Tape dan Waktu Inkubasi Berbeda. *J Ternak Trop*. 16(1):30–33.
- [17] Auza FA, Badaruddin R, Aja R. 2017. Peningkatan Nilai Nutrisi Kulit Ari Biji Kedelai yang Difermentasi dengan Menggunakan Teknologi Efektivitas Mikroorganisme (EM-4) dan Waktu Inkubasi yang Berbeda. *J Sci Pinisi*..3:128–134.
- [18] Oh HJ, Yun W, Lee JH, An JS, Kim TH, Cho EA, *et al*. 2020. Effect of replacing corn with soy hulls on nutrient digestibility of growing pigs. *J Anim Sci Technol*. 62(2):180–186.
- [19] Sarmiento-Vasquez Z, Soccol CR, Vandenberghe LPDS, Karp SG. 2022. Production of Polyhydroxyalkanoates through Soybean Hull and Waste Glycerol Valorization: Subsequent Alkaline Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis. *Fermentation*. 8(433):1–18.
- [20] Nazila NH, Muhammad A, Ammara A, Dimas DN. 2025. Pemanfaatan Limbah Kulit Kedelai Sebagai Produk Pangan Fungsional: Program Pembuatan Cookies dan Teh Herbal. 3(2):7–10.
- [21] Nishida VS, Woiciechowski AL, Valladares-diestra KK, Alberto L, Torres Z, Porto L, *et al*. 2023. Second Generation Bioethanol Production from Soybean Hulls Pretreated with Imidazole as a New Solvent. *Fermentation*. 9(93):1–13.
- [22] Rolon MG, Leonardi RJ, Bolzico BC, Seluy LG, Benzso MT, Comelli N. 2023. Multi-Response Optimization of Thermochemical Pretreatment of Soybean Hulls for 2G-Bioethanol Production. *Fermentation*. 9 (454): 1-21.
- [23] Ganesan K, Guin B, Wilbanks E, Sternberg J. 2025. Synthesis and Characterization of Soy Hull Biochar-Based Flexible Polyurethane Foam Composites. *Materials (Basel)*. 18:1–14.
- [24] Pradhan S, Parthasarathy P, Mackey HR, Ansari T Al, Mckay G. 2024. Food waste biochar: a sustainable solution for agriculture application and soil – water remediation. *Carbon Research*. 3:41.
- [25] Šelo G, Planinic M, Tišma M, Tomas S, Komlenic DK, Bucic-Kojic A. 2021. A Comprehensive Review on Valorization of Agro-Food Industrial Residues by Solid-State Fermentation. *Foods*.10(927):1–26.