

Transformasi limbah organik batok kelapa menjadi sabun colek berbasis arang aktif sebagai upaya meningkatkan keterampilan masyarakat

Rahmawati^{1*}, Ulil Amna², Ida Ratna Nila³, Nirmala Sari⁴,
Teuku Andi Fadly⁵, Fitriani⁶, Wilda Jerohmita⁷, Muhammad Fatah Firdaus⁸

^{1,4,5,7,8}Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Indonesia

²Prodi Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Indonesia

³Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Indonesia.

⁶Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Indonesia.

Article Info

Article history:

Received August 11, 2025

Accepted December 29, 2025

Published May 1, 2026

Kata Kunci:

Arang aktif;
batok kelapa;
sabun colek;
penggalangan.

ABSTRAK

Telah dilaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat di desa Penggalangan, Kabupaten Gayo Lues Aceh, dengan tujuan mengolah limbah batok kelapa menjadi arang aktif yang berkelanjutan dan menghasilkan sabun colek bernilai tambah, sekaligus meningkatkan keterampilan dan kapasitas masyarakat. Alat dan bahan yang digunakan relatif sederhana, meliputi drum pirolisis modifikasi sederhana untuk karbonisasi batok kelapa, wadah atau ember, pengaduk, sarung tangan, cetakan sabun, serta bahan kimia sabun standar yaitu texapon, natrium klorida, natrium sulfat, gliserin, ABS, EDTA, arang aktif, pewarna, dan pewangi. Metode yang diterapkan meliputi sosialisasi, pelatihan berbasis *experiential learning* (belajar lewat praktik langsung) serta edukasi pengemasan sabun colek berbahan arang aktif. Batok kelapa dibersihkan, dikeringkan, kemudian dipirolisis pada drum modifikasi, lalu diaktivasi fisik menjadi arang aktif. Formulasi sabun mengikuti langkah standar pembuatan sabun colek dengan penambahan arang aktif sebagai bahan abrasif. Hasil kegiatan menunjukkan penurunan limbah lingkungan yang signifikan melalui konversi batok menjadi arang aktif, serta peningkatan nilai ekonomi dan pendapatan masyarakat melalui produk sabun colek bernilai tambah. Keterampilan masyarakat meningkat ditandai dengan antusiasme pelatihan, peningkatan literasi sains, dan kesiapan memulai usaha mikro baru. Implementasi ini memberdayakan komunitas, menciptakan produk ramah lingkungan, serta mendukung kesejahteraan ekonomi dan lingkungan lokal secara berkelanjutan.



Corresponding Author:

Rahmawati,

Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Samudra

Jalan Prof. Dr. Syarif Thayeb, Meurandeh, Kota Langsa. Aceh-Indonesia.

Email: *rahmawati@unsam.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Gayo Lues di Provinsi Aceh menonjol sebagai wilayah agraris dengan kekayaan sumber daya pertanian dan perkebunan, di mana kelapa (*Cocos nucifera* L.) menjadi salah satu komoditas daerah. Data terbaru Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Gayo Lues mengkonfirmasi adanya peningkatan produksi kelapa di Kecamatan Blang Kejeran, dengan Desa

Penggalangan memberikan kontribusi substansial [1]. Namun, pertumbuhan produksi ini berimplikasi langsung pada akumulasi limbah organik, terutama batok kelapa (tempurung), yang belum dimanfaatkan secara optimal. Studi Hadi Ramadhani mengungkapkan bahwa mayoritas limbah batok kelapa hanya ditangani melalui pembakaran terbuka (open burning), ditumpuk di sekitar lokasi pengolahan kopra, atau dimanfaatkan sebatas bahan bakar rumah tangga sederhana [2]. Praktik pembakaran terbuka menimbulkan konsekuensi lingkungan serius, termasuk emisi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O), polusi partikulat halus, serta peningkatan risiko gangguan pernapasan masyarakat [2,3]. Lebih lanjut, akumulasi limbah yang tidak terkelola berpotensi menjadi habitat vektor penyakit dan menurunkan estetika lingkungan [4]. Kondisi ini menegaskan urgensi pengembangan solusi inovatif berkelanjutan untuk mengkonversi beban lingkungan menjadi sumber daya bernilai ekonomi.

Batok kelapa sebenarnya menyimpan potensi besar sebagai bahan baku bernilai tinggi. Secara kimia, batok kelapa merupakan biomassa lignoselulosa dengan kandungan karbon sekitar 50% berat kering, komposisi yang menjadikannya bahan baku ideal untuk produksi arang dan, lebih lanjut, arang aktif (activated carbon). Arang aktif adalah material karbon berpori tinggi yang dihasilkan melalui proses aktivasi (fisik atau kimia) terhadap bahan berkarbon tinggi seperti batok kelapa. Proses ini mengembangkan struktur pori-pori (mikro, meso, makropori), menghasilkan luas permukaan spesifik yang sangat besar ($>1000 \text{ m}^2/\text{g}$) yang memberikan kemampuan adsorpsi luar biasa terhadap berbagai kontaminan dalam bentuk gas maupun cair [5-8]. Meskipun arang aktif berbasis batok kelapa telah lama digunakan dalam industri pengolahan air, pemurnian udara, makanan-minuman, dan medis, potensi aplikasinya dalam produk konsumen sehari-hari, khususnya kebersihan, masih terbuka lebar untuk dieksplorasi lebih jauh.

Salah satu peluang inovasi yang menjanjikan adalah memanfaatkan arang aktif dari batok kelapa sebagai bahan abrasif dan fungsional dalam formulasi sabun colek, produk kebersihan yang sangat familiar di Indonesia untuk mencuci peralatan dapur. Sabun colek konvensional umumnya menggunakan bahan abrasif seperti pasir atau batu apung [9-11]. Penggantian bahan abrasif ini dengan arang aktif menawarkan beberapa keunggulan potensial: pertama, sifat abrasifnya lebih halus dan terkendali karena ukuran partikel dapat diatur melalui penghancuran dan penyaringan, mengurangi risiko kerusakan permukaan peralatan dibanding pasir kasar; kedua, sifat adsorpsi arang aktif dapat membantu menyerap bau tak sedap (amis, bawang) yang menempel selama pencucian; ketiga, terdapat indikasi bahwa arang aktif, terutama yang diolah pada suhu tinggi, dapat memiliki efek antibakteri tertentu [12-15], meskipun efektivitasnya dalam formulasi sabun perlu kajian lebih lanjut; dan keempat, penggunaan bahan berbasis limbah ini memberikan nilai tambah ekologis yang semakin diminati konsumen sadar lingkungan. Inovasi ini tidak hanya menyediakan solusi pemanfaatan limbah tetapi juga menciptakan produk kebersihan dengan keunikan dan potensi nilai jual lebih tinggi.

Peningkatan keterampilan dan ekonomi masyarakat Desa Penggalangan merupakan aspek krusial lainnya. Seperti banyak desa pedesaan di Indonesia, Desa Penggalangan menghadapi tantangan kesempatan kerja dan pendapatan, di mana sebagian besar penduduk bergantung pada sektor pertanian dan perkebunan yang rentan fluktuasi [1]. Tingkat pengangguran, terutama di kalangan masyarakat perempuan, serta rendahnya pendapatan per kapita menjadi isu penting. Peningkatan keterampilan di luar sektor pertanian primer merupakan kunci membuka peluang ekonomi baru dan meningkatkan ketahanan ekonomi keluarga. Pelatihan pengolahan limbah batok kelapa menjadi arang aktif dan sabun colek berbasisnya merupakan solusi kontekstual yang relevan. Kegiatan ini berpotensi memberikan dampak positif multidimensi: memberdayakan ekonomi dengan menciptakan usaha baru berbasis bahan baku lokal melimpah dan murah, meningkatkan pendapatan rumah tangga melalui produksi dan penjualan sabun colek berbahan arang aktif.

Berdasarkan kompleksitas permasalahan lingkungan dan ekonomi serta potensi solusi yang diidentifikasi, kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dirancang dengan beberapa tujuan yaitu; mengatasi masalah lingkungan limbah batok kelapa melalui teknologi pengolahan menjadi arang aktif yang berkelanjutan; menciptakan produk bernilai tambah tinggi, yaitu sabun colek dengan keunggulan fungsional potensial, berbahan baku arang aktif limbah batok kelapa; meningkatkan keterampilan dan kapasitas masyarakat Desa Penggalangan melalui pelatihan komprehensif dan pendampingan teknik pembuatan arang aktif dan formulasi sabun; memberdayakan ekonomi lokal dengan membuka peluang usaha baru dan meningkatkan pendapatan

masyarakat; serta mendorong penerapan prinsip ekonomi sirkular di tingkat komunitas, di mana limbah diubah menjadi sumber daya untuk produk baru. Kegiatan ini bersifat urgent karena menjawab permasalahan nyata (limbah dan ekonomi) dengan solusi berbasis potensi lokal dan teknologi tepat guna. Transformasi limbah menjadi produk bernilai ekonomi merupakan langkah strategis menuju pembangunan berkelanjutan di pedesaan, sejalan dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs). Melalui pendekatan partisipatif dan pemberdayaan, kegiatan PKM ini diharapkan mampu menjadi katalisator bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat Desa Penggalangan secara berkelanjutan.

2. METODE

Rangkaian inovasi teknologi dapat diterapkan sebagai solusi untuk pengabdian masyarakat dalam konteks ini adalah memberikan edukasi melalui workshop atau pelatihan pembuatan sabun colek serbaguna yang berbahan baku arang aktif dari batok kelapa. Sabun ini dapat digunakan untuk mencuci peralatan rumah tangga. Proses pembuatan sabun ini melibatkan beberapa tahapan yang sistematis untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada [Gambar 1](#), dimulai dari persiapan bahan baku hingga pengemasan produk akhir. Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai langkah-langkah tersebut.



Gambar 1. Rangkaian Ipteks yang akan diterapkan oleh Tim Pengusul Pengabdian

a. Persiapan Bahan Baku

Langkah pertama dalam pembuatan sabun colek adalah persiapan bahan baku, yaitu limbah batok kelapa. Batok kelapa dipilih karena merupakan bahan alami yang melimpah dan sering dianggap sebagai limbah. Proses persiapan dimulai dengan mencuci batok kelapa secara menyeluruh untuk menghilangkan kotoran dan zat-zat yang tidak diinginkan. Setelah dicuci, batok kelapa dipotong menjadi bagian-bagian kecil untuk memudahkan proses pengeringan. Pengeringan dilakukan dengan memanfaatkan sinar matahari selama 3-4 hari hingga kadar air dalam batok kelapa mencapai tingkat yang diinginkan. Setelah kering, batok kelapa mengalami proses karbonisasi

menggunakan drum besi yang telah dimodifikasi. Proses ini dilakukan pada suhu tinggi selama 1,5 jam untuk mengubah batok kelapa menjadi arang. Arang yang dihasilkan kemudian dihaluskan menggunakan alat penghancur untuk mendapatkan partikel yang lebih kecil. Untuk memastikan keseragaman ukuran partikel, arang yang telah dihaluskan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran tertentu. Tujuan dari proses ini adalah untuk memperoleh arang aktif dengan ukuran partikel yang homogen, sehingga memudahkan analisis dan penggunaan lebih lanjut dalam pembuatan sabun.

b. Persiapan Alat dan Bahan

Setelah bahan baku siap, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk pembuatan sabun colek. Proses ini relatif sederhana dan tidak memerlukan peralatan yang kompleks. Alat-alat yang digunakan antara lain dua buah wadah atau ember untuk pencampuran bahan, alat pengaduk untuk memastikan campuran homogen, dan sarung tangan sebagai alat pelindung diri (APD) untuk mencegah kontak langsung dengan bahan kimia yang mungkin bersifat iritatif. Selain itu, diperlukan juga kemasan untuk mengemas sabun colek setelah proses pembuatan selesai. Dengan persiapan yang tepat, pembuatan sabun colek dapat dilakukan secara efisien dan aman. Hal ini menunjukkan bahwa proses ini dapat diadopsi oleh masyarakat luas, terutama mereka yang tertarik untuk memanfaatkan limbah batok kelapa menjadi produk yang bernilai ekonomis.

c. Formulasi Sabun Cair

Cara pembuatan sabun colek sangat mudah, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut; Pembuatan sabun colek merupakan proses yang relatif mudah dan dapat dilakukan dengan mengikuti serangkaian langkah yang jelas. Proses dimulai dengan menuangkan texapon, yang berbentuk jelly berwarna putih jernih, ke dalam baskom yang telah disiapkan sebelumnya. Secara bersamaan, siapkan wadah kecil berisi air untuk melarutkan NaCl; perlu dicatat bahwa ketidaksempurnaan dalam pelarutan NaCl ini umumnya tidak menimbulkan masalah signifikan. Texapon kemudian diaduk secara perlahan dan merata menggunakan batang pengaduk hingga benar-benar larut sempurna. Setelah texapon larut, tahap selanjutnya adalah menambahkan Sodium Sulfat dan Gliserin ke dalam campuran di baskom. Campuran ini kemudian perlu diaduk terus-menerus selama kurang lebih 5 menit untuk memastikan pencampuran yang baik. Berikutnya, bahan-bahan seperti ABS, EDTA 2Na, dan arang aktif dimasukkan ke dalam baskom secara bertahap, sedikit demi sedikit, dan diaduk lagi dengan teliti selama 10 menit untuk mencapai homogenitas. Kemudian, tuangkan parfum atau pewangi dengan aroma sereh pilihan, beserta pewarna, ke dalam adonan di baskom; aduk terus hingga warna dan aroma tersebar secara merata ke seluruh bagian campuran. Langkah berikutnya melibatkan penambahan talk dan air bersih langsung ke dalam larutan sabun yang sedang diolah dalam baskom tersebut. Setelah itu, larutan NaCl yang telah dipersiapkan sebelumnya dituangkan ke dalam campuran bahan-bahan lainnya di baskom sambil diaduk secara terus-menerus. Pengadukan yang konsisten ini sangat penting karena akan mengakibatkan campuran bahan pembuat sabun secara bertahap mengalami perubahan tekstur menjadi mengental. Setelah mencapai kekentalan yang diinginkan, larutan sabun perlu didiamkan selama kurang lebih 3 jam. Masa diam ini berfungsi untuk memberi waktu agar busa yang muncul secara alami selama proses pengadukan dapat mengendap dan menghilang. Setelah masa 3 jam berlalu dan busa telah mengendap sempurna, larutan sabun colek yang telah jadi siap dituangkan ke dalam wadah penyimpanan akhir untuk digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di Desa Penggalangan, Kabupaten Gayo Lues, Aceh. Kegiatan Pengabdian ini terintegrasi dengan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mahasiswa Universitas Samudra Priode II Tahun 2025. Serangkaian kegiatan ini secara konseptual dirancang sebagai sebuah aktivitas pendekatan yang menggabungkan teknologi dan dukungan sosial yang bertujuan mengatasi permasalahan lingkungan spesifik sekaligus memberdayakan masyarakat melalui pendekatan ekonomi sirkular berbasis sumber daya lokal. Fokus utamanya adalah transformasi limbah batok, yang selama ini menjadi beban lingkungan, menjadi produk bernilai ekonomi tinggi yaitu sabun colek berbasis arang aktif. Pembahasan berikut menganalisis capaian kegiatan terhadap tujuan yang telah ditetapkan, dampak yang terobservasi, serta tantangan dan prospek keberlanjutan.

Secara lingkungan, aktivitas ini memberikan respons langsung terhadap akumulasi limbah batok kelapa di Desa Penggalangan. Praktik pembuangan atau pembakaran sembarangan yang sebelumnya umum dilakukan tidak hanya mencemari udara melalui emisi asap tetapi juga menyita ruang dan mengganggu estetika lingkungan. Pengenalan teknologi pirolisis (pembakaran) terkendali sederhana, dimana menggunakan drum modifikasi merupakan solusi tepat guna yang sesuai dengan konteks kapasitas dan sumber daya masyarakat desa. Proses pirolisis ini mengkonversi biomassa limbah (batok) menjadi arang karbon, secara signifikan mengurangi volume limbah padat. Lebih lanjut, penerapan aktivasi fisik dasar (menggunakan uap panas) berhasil meningkatkan nilai fungsional arang tersebut menjadi arang aktif, yang ditandai dengan peningkatan luas permukaan dan porositas. Dalam proses pembakaran, tim pengabdian dibantu oleh adik-adik mahasiswa KKN di Desa Penggalangan. Persiapan pembersihan drum dan pembakaran batok dapat dilihat pada [Gambar 2](#), dimana aktivitas ini dilakukan langsung di desa oleh mahasiswa dan dibantu oleh masyarakat. Proses transformasi limbah menjadi bahan baku bernilai ini menjadi fondasi utama penerapan prinsip ekonomi sirkular di tingkat komunitas, di mana aliran material limbah diputus dan diubah menjadi input untuk produksi baru.



Gambar 2. Proses persiapan pembuatan drum untuk pirolisis arang dari batok kelapa

Pada aspek produk dan nilai tambah, transformasi arang aktif limbah batok menjadi sabun colek merepresentasikan lompatan nilai ekonomi yang substansial. Sabun colek yang dihasilkan bukan sekadar substitusi produk komersial, melainkan memiliki keunggulan fungsional yang berasal dari sifat arang aktif batok kelapa. Sifat alami partikel arang halus memberikan daya gosok efektif untuk membersihkan noda membandel pada peralatan dapur. Lebih penting lagi, struktur mikropori arang aktif yang luas, berdasarkan bukti ilmiah mempunyai sifat adsorptif dan antimikrobia. Sifat ini memungkinkan sabun tidak hanya membersihkan kotoran secara mekanis tetapi juga menghilangkan bakteri, senyawa organik volatil penyebab bau, dan kontaminan lainnya dari permukaan yang dibersihkan.

Keberhasilan transfer pengetahuan dan peningkatan kapasitas masyarakat menjadi aspek krusial lain yang teramati. Pelaksanaan pelatihan dengan metode experiential learning (belajar melalui pengalaman langsung) terbukti efektif dalam mengakomodasi tingkat pemahaman peserta yang beragam. Aktivitas pelatihan ini dapat dilihat pada [Gambar 3](#), tingginya antusiasme peserta, yang diekspresikan melalui banyaknya pertanyaan teknis mendalam selama sesi dan semangat tinggi dalam praktik langsung, merupakan indikator kuat keterlibatan dan motivasi. Peningkatan literasi sains dan teknologi tepat guna ini merupakan modal penting bagi kemandirian masyarakat dalam mengelola sumber daya dan mengembangkan usaha.



Gambar 3. Suasana ketika aktivitas pelatihan pembuatan sabun colek di Aula Desa Penggalangan

Pemberian keterampilan produksi sabun colek berbahan baku lokal terbuang ini secara langsung membuka peluang usaha mikro baru bagi masyarakat Desa Penggalangan. Analisis awal menunjukkan potensi ekonomi yang menjanjikan. Bahan baku utama (batok kelapa) tersedia melimpah dan berbiaya rendah. Investasi peralatan dasar (drum pirolisis modifikasi, cetakan sabun, alat pengaduk) relatif terjangkau. Produk sabun colek arang aktif seperti terlihat pada [Gambar 4](#), memiliki nilai jual dibanding sabun colek biasa, berpotensi menembus pasar lokal (rumah tangga di desa dan sekitarnya, pasar tradisional Blang Kejeren) maupun sebagai produk oleh-oleh khas bernuansa lingkungan. Pengembangan usaha ini berpotensi meningkatkan pendapatan rumah tangga peserta, menciptakan lapangan kerja informal, dan pada akhirnya berkontribusi pada penguatan ekonomi lokal. Model usaha dapat berkembang mulai dari skala rumah tangga hingga bentuk koperasi desa untuk efisiensi produksi dan pemasaran.



Gambar 4. Produk sabun colek berbahan baku arang aktif dari limbah batok kelapa

Tujuan akhir dari pengabdian ini adalah meningkatnya kemandirian masyarakat dalam memenuhi kebutuhan dasar dan menciptakan peluang ekonomi secara berkelanjutan. Keberhasilan jangka panjang model ini sangat bergantung pada pendampingan berkelanjutan, fasilitasi akses pasar, dan kemauan masyarakat untuk mengembangkan usaha yang telah dirintis. Semangat dan keterampilan yang telah tertanam pada 30 peserta awal menjadi benih potensial bagi penyebaran inovasi dan praktik ekonomi sirkular yang lebih luas di wilayah Gayo Lues.

4. KESIMPULAN

Program pengabdian terintegrasi KKN Universitas Samudra di Desa Penggalangan, Gayo Lues, sukses menerapkan ekonomi sirkular berbasis limbah batok kelapa. Teknologi pirolisis sederhana (drum modifikasi) mengubah batok menjadi arang aktif, mengurangi masalah lingkungan akibat pembakaran sembarangan. Arang aktif kemudian diolah menjadi sabun colek bernilai tambah tinggi, memanfaatkan sifat abrasif dan antimikrobanya. Program ini tidak hanya mengurangi limbah dan polusi, tetapi juga memberdayakan masyarakat melalui pelatihan berbasis experiential learning, meningkatkan literasi sains dan teknologi. Produk sabun colek arang aktif berpotensi dipasarkan secara lokal maupun sebagai oleh-oleh khas daerah, menciptakan peluang usaha baru yang ramah lingkungan. Keberhasilan ini ditopang oleh ketersediaan bahan baku murah, peralatan sederhana serta partisipasi aktif dari peserta dalam pelatihan. Keberlanjutan program bergantung pada pendampingan, akses pasar, dan komitmen masyarakat dalam mengembangkan usaha.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Gayo Lues Dalam Angka 2024, vol. 1. Gayo Lues: BPS Kabupaten Gayo Lues, 2024.
- [2] L. F. Ramadhani, Imaya M. Nurjannah, Ratna Yulistiani, dan Erwan A. Saputro, "Review: teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa," *J. Tek. Kim.*, vol. 26, no. 2, hlm. 42-53, Jul 2020, doi: [10.36706/jtk.v26i2.518](https://doi.org/10.36706/jtk.v26i2.518)
- [3] M. Rizwan dkk., "Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Inovasi Briket Ramah Lingkungan Di Desa Gemilang Jaya," *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 2, no. 7, hlm. 2707-2713, Sep 2024, doi: [10.59837/jpmba.v2i7.1320](https://doi.org/10.59837/jpmba.v2i7.1320)
- [4] M. A. Samboro, L. M. H. Kusuma, A. Yulardi, dan P. Primaditya, "Pengolahan Limbah Batok Kelapa Muda Menggunakan Teknik Press sebagai Material Produk Seri Lampu," *J. Desain Idea J. Desain Prod. Ind. Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, vol. 22, no. 1, hlm. 43, Feb 2024, doi: [10.12962/iptek_desain.v22i1.17960](https://doi.org/10.12962/iptek_desain.v22i1.17960)
- [5] P. Z. Terra, B. Yusuf, dan I. Y. Lianasari, "Kajian Literatur Pemanfaatan Adsorben Arang Aktif Limbah Organik Termodifikasi Surfaktan (SLS/SDS) Terhadap Ion Logam Berat," 2024.
- [6] V. A. Tiwow, M. J. Rampe, H. L. Rampe, dan A. Apita, "Pola Inframerah Arang Tempurung Kelapa Hasil Pemurnian Menggunakan Asam," *Chem. Prog.*, vol. 14, no. 2, hlm. 116, Nov 2021, doi: [10.35799/cp.14.2.2021.37191](https://doi.org/10.35799/cp.14.2.2021.37191)
- [7] R. Usman dan P. Wahyuningsih, "Improving the quality of palm oil liquid waste using nanocomposite TiO₂/EPB activated carbon through adsorption-photodegradation," *J. Aceh Phys. Soc.*, vol. 11, no. 3, hlm. 70-74, Agu 2022, doi: [10.24815/jacps.v11i3.25626](https://doi.org/10.24815/jacps.v11i3.25626)
- [8] M. Destanti, N. Sari, F. Annisa, dan T. A. Fadlly, "Adsorpsi Zat Organik Limbah Laundry Menggunakan Karbon Aktif dari ...".

- [9] N. N. Nurlian, S. Sulhatun, S. Suryati, M. Meriatna, dan A. Muarif, "Pembuatan Sabun Mandi Padat dengan Penambahan Charcoal dari Tempurung Kemiri," *Chem. Eng. J. Storage CEJS*, vol. 2, no. 2, hlm. 45, Jun 2022, doi: [10.29103/cejs.v2i2.7233](https://doi.org/10.29103/cejs.v2i2.7233)
- [10] D. Heltina, D. Drastinawati, C. Chairul, dan M. Sukmiwati, "Pengenalan cara membuat sabun colek kepada masyarakat Desa Pulau Payung Kecamatan Rumbio Jaya Kabupaten Kampar," *Unri Conf. Ser. Community Engagem.*, vol. 1, hlm. 219-222, Sep 2019, doi: [10.31258/unricsce.1.219-222](https://doi.org/10.31258/unricsce.1.219-222)
- [11] R. Rahmawati, H. Halimatussakdiah, M. Purwandito, dan H. Purba, "Inovasi Penerapan Teknologi pada Proses Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Sabun Padatan di Desa Tualang Teungoh Kota Langsa," *PengabdianMu J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 9, no. 7, hlm. 1275-1281, Jul 2024, doi: [10.33084/pengabdianmu.v9i7.6912](https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v9i7.6912)
- [12] D. R. Indah dan F. Saumi, "Penerapan Teknologi Pada Pengolahan Arang Aktif Dari Limbah Kulit Singkong Sebagai Anti Bakteri Alami Pada Sabun Cair Pencuci Tangan," vol. 6, no. 10, 2023.
- [13] U. Lestari, S. Syamsurizal, dan W. T. Handayani, "Formulasi dan Uji Efektivitas Daya Bersih Sabun Padat Kombinasi Arang Aktif Cangkang Sawit dan Sodium Lauril Sulfat," *JPSCR J. Pharm. Sci. Clin. Res.*, vol. 5, no. 2, hlm. 136, Okt 2020, doi: [10.20961/jpscr.v5i2.39869](https://doi.org/10.20961/jpscr.v5i2.39869)
- [14] F. Lestari dan I. Susanti, "Daya Antimikroba Sabun 'Umak Clink' Cymbopogon nordus," *J. Biol. Educ.*, vol. 4, no. 2, hlm. 177, Nov 2021, doi: [10.21043/jobv.v4i2.11646](https://doi.org/10.21043/jobv.v4i2.11646)
- [15] R. Rahmawati dkk., "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Keterampilan Pembuatan Sabun Cuci Piring Anti Mikroba Alami Berbahan Arang Aktif dan Sereh," *J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 10, no. 1, hlm. 176-185, Mar 2025, doi: [10.30653/jppm.v10i1.1115](https://doi.org/10.30653/jppm.v10i1.1115)