

**POTENSI PRODUK TURUNAN TANAMAN GAMBIR
(SEBAGAI PRODUK PESTISIDA NABATI DI KABUPATEN
PAKPAK BHARAT)**

SKRIPSI

Oleh

**MUHAMMAD ARIF
NPM : 2104300097
Program Studi : Agribisnis**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Muhammad Arif

NPM : 2104300097

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan Judul "*Potensi Produk Turunan Tanaman Gambir (Uncaria gambir Roxb.) sebagai Produk Pestisida Nabati di Kabupaten Pakpak Bharat*" adalah berdasarkan hasil penelitian, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dala keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 25 Agustus 2025

Yang Menyatakan


METERAI
TEMPEL
02A8BANX017974822
Muhammad Arif

RINGKASAN

Muhammad Arif (2104300097), penelitian ini berjudul “*Potensi Produk Turunan Tanaman Gambir (Uncaria gambir Roxb.) sebagai Produk Pestisida Nabati di Kabupaten Pakpak Bharat*” yang bertujuan untuk menganalisis potensi gambir sebagai bahan baku pestisida nabati melalui kajian sebaran produksi, kandungan metabolit sekunder, kondisi budidaya, serta peluang pengembangan agroindustri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kabupaten Pakpak Bharat memiliki lahan yang sesuai untuk pengembangan gambir dengan kandungan bioaktif utama berupa katekin dan tanin yang berfungsi sebagai insektisida alami. Namun, budidaya gambir masih dilakukan secara tradisional sehingga produktivitas dan kualitasnya belum optimal. Potensi agroindustri pestisida nabati berbasis gambir cukup besar seiring meningkatnya permintaan pestisida ramah lingkungan dan dorongan pembangunan pertanian berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas petani, dukungan teknologi pengolahan, serta kolaborasi pemerintah dan sektor swasta agar gambir dapat memberikan nilai tambah ekonomi sekaligus mendukung keberlanjutan agribisnis.

Kata Kunci: Gambir, pestisida nabati, metabolit sekunder, agroindustri, pertanian berkelanjutan, Pakpak Bharat, katekin, tanin.

SUMMARY

This research entitled “*The Potential of Gambier Derivative Products (As Botanical Pesticides in Pakpak Bharat Regency)*” analyzes the potential of gambier as a raw material for botanical pesticides through the study of production distribution, secondary metabolite content, cultivation conditions, and agro-industrial development opportunities. The findings indicate that Pakpak Bharat has suitable land for gambier cultivation, with bioactive compounds such as catechins and tannins that function as natural insecticides. However, the cultivation system remains traditional, resulting in suboptimal productivity and quality. The potential of gambier-based botanical pesticide agroindustry is considerable, supported by the growing demand for eco-friendly pesticides and the push for sustainable agricultural development. Therefore, enhancing farmers’ capacity, supporting processing technology, and fostering collaboration between government and private sectors are essential to increase the economic value of gambier while promoting agribusiness sustainability.

Keywords: Gambier, botanical pesticides, secondary metabolites, agroindustry, sustainable agriculture, Pakpak Bharat, catechins, tannins.

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Arif, lahir di Medan pada tanggal 17 Mei 2003. Anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Suyadi dan Ibu Mariana.

Pendidikan yang ditempuh adalah sebagai berikut.

1. Tahun 2015, menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Swasta Nur Fadhillah Kec. Medan Marelan Kota Medan.
2. Tahun 2018, menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama Yayasan Islamic Centre Sumatera Utara.
3. Tahun 2021, menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Akhir di SMAIT Al-Fityan School Medan.
4. Tahun 2021, melanjutkan Pendidikan Strata 1 (S1) di Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan Yang pernah di ikutin selama menjadi mahasiswa fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara anatar lain sebagai berikut:

1. Tahun 2021, mengikuti Perkenalan kehidupan kampus mahasiswa baru (PKKMB) Uversitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Tahun 2021, mengikuti Masa Ta'aruf (MASTA) Ikatan Muhasiswa Muhammadiyah (IMM) Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
3. Tahun 2022, mengikutin Pengabdian Masyarakat (Bakti Tani) ke 7 Himpunan Mahasiswa Agribisnis (HIMAGRI) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Tahun 2023, mengikutin Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Uversitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Tahun 2024, mengikuti Program Pertukaran Mahasiswa Merdeka (PMM) di Universitas Gadjah Mada
6. Tahun 2024, mengikuti Program Wirausaha Merdeka (WMK) di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini yang dengan judul **“POTENSI PRODUK TURUNAN TANAMAN GAMBIR (SEBAGAI PRODUK PESTISIDA NABATI DI KABUPATEN PAKPAK BHARAT)”**.

Pada Kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih banyak kepada:

1. Kedua Orang tua tersayang yang telah mendidik dan memberikan semangat berupa dukungan, do'a dan materi kepada penulis serta para keluarga tercinta.
2. Ibu Assoc. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Akbar Habib, S.P., M.P selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Mailina Harahap, S.P., M.Si. selaku Ketua Program Studi Agribisnis.
6. Ibu Juita Rahmadani Manik, S.P., M.Si. selaku Sekretaris Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Dr. Ir. Rahmad Syukur Siregar, S.P., M.P. Selaku ketua pembimbing skripsi.
8. Seluruh Staff Biro Administrasi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Sahabat yang sudah bersama-sama dalam menyelesaikan studi Strata 1 terutama Program Studi Agribisnis angkatan 2021 khususnya Agribisnis 2.
10. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada diri saya sendiri. Terima kasih karena telah bertahan dalam setiap rasa lelah, kebingungan, bahkan di saat keinginan untuk menyerah terasa begitu kuat. Terima kasih sudah mau terus mencoba, bangkit setiap kali jatuh, dan tetap melangkah meskipun jalannya terasa berat. Saya bersyukur kepada diri saya sendiri yang telah berani menghadapi keraguan, melawan rasa malas, dan belajar menghargai setiap proses kecil yang membawa saya sampai pada titik ini. Skripsi ini mungkin bukan yang paling sempurna, namun keberhasilan menyelesaikannya menjadi bukti nyata bahwa usaha, doa, dan keyakinan yang dijaga dengan sabar akhirnya membuahkan hasil.

Akhir kata hanya kepada Allah SWT penulis serahkan semua ini, karena manusia hanya bisa berencana namun Allah SWT yang menentukan segalanya. Semoga masih ada kesempatan penulis untuk membalas kebaikan dari semua pihak yang telah membantu, dan semoga amal baik mereka dibalas oleh Allah Swt.

Medan, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	4
Tujuan Penelitian	4
Manfaat Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
Tumbuhan Gambir (<i>Uncaria gambir</i> Roxb.).....	6
Klasifikasi Tumbuhan Gambir (<i>Uncaria gambir</i> Roxb.).....	7
Syarat Tumbuh Gambir (<i>Uncaria gambir</i> Roxb.).....	7
Kandungan Gambir (<i>Uncaria gambir</i> Roxb.).....	8
Budidaya Tanaman Gambir di pakpak barat.....	9
Produk Turunan Tanaman gambir.....	11
Agroindustri	14
Agroindustri Tanaman Gambir	15

Pembangunan Pertanian	16
Resource Based View	22
Porters Five Forces	23
Penelitian Terdahulu	25
Kerangka Pemikiran.....	32
METODE PENELITIAN.....	34
Metode Penelitian	34
Metode Penentuan lokasi	34
Jenis dan Sumber Data	35
Tipe dan Pengukuran Data	36
Metode Pengumpulan Data	37
Teknik Analisis Data	38
Definisi Operasional	41
DESKRIPSI UMUM DAERAH PENELITIAN.....	45
Karakteristik Lokasi Penelitian.....	45
Sosial Budaya Petani Dan Pertanian Di Kabupaten Pakpak Bharat	49
Industri Pestisida di Sumatera Utara	54
Industri Pestisida Nabati di Sumatera Utara	57
Pengguna Pestisida Nabati Di Kabupaten Pakpak Bharat	59
HASIL DAN PEMBAHASAN	61
Sebaran Area Produksi Tanaman Gambir Di Kabupaten Pakpak Bharat	
.....	61
Kandungan Metabolit Sekunder Yang Terkandung Pada Tanaman Gambir	
.....	70

Keadaan Budidaya Tanaman Padi Di Kabupaten Pakpak Bharat	80
Keadaan Dan Perkembangan Agroindustri Pestisida Nabati Di Kabupaten Pakpak Bharat	87
Potensi Agroindustri Pestisida Nabati Untuk Menghasilkan Produk Turunan Dari Tanaman Gambir Di Kabupaten Pakpak Bharat	89
KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
DAFTAR PUSTAKA.....	102
LAMPIRAN.....	106

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Tumbuhan Gambir	6
2.	Porter's Five Forces Model.....	23
3.	Kerangka Pemikiran.....	33
4.	Diagram Prisma P	40
5.	Grafik Prisma p	70
6.	Ketersediaan Bahan Baku Pestisida Nabati Berbasis Daun Yang Tidak Dimanfaatkan Dari Hasil Pemeliharaan Tanaman Gambir Di Kabupaten Pakpak Bharat	92

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Tabel senyawa kimia tumbuhan gambir (<i>Uncaria gambir</i> Roxb.) ..	8
2.	Luas Lahan Dan Produksi Tanaman Gambir Di Kabupaten Pakpak Bharat.	10
3.	Analisis Literatur Penelitian Terdahulu	25
4.	Teknik Analisis.....	41
5.	Luas Daerah Berdasarkan Kecamatan Kabupaten Pakpak Bharat..	46
6.	Luas Lahan Pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat Tahun 2020-2024	47
7.	Jenis dan Luas Lahan Pertanian di Kabupaten PakPak Bharat	47
8.	Karakteristik Petani di Kabupaten Pakpak Bharat.	49
9.	Industri Pestisida di Sumatera Utara	54
10.	Industri Pestisida Nabati di Sumatera Utara	57
11.	Pengguna Pestisida Nabati Di Kabupaten Pakpak Bharat	59
12.	Luas Areal Tanaman Gambir di Kabupaten Pakpak Bharat.....	61
13.	Produksi Tanaman Gambir di Kabupaten Pakpak Bharat.....	63
14.	Produktivitas Tanaman Gambir Per Kecamatan Di Kabupaten Pakpak Bharat (Ton/Ha)	65
15.	Perkembangan Luas Areal Tanaman Gambir di Kecamatan Pergetteng Getteng Sengkut Tahun 2020–2024	67
16.	Proyeksi Tanaman Gambir Di Kecamatan Yang Paling Tinggi Produktivitas Tanaman Gambirnya di Kabupaten Pakpak Bharat	68

17. Matriks Metabolit Sekunder Daun Gambir Sebagai Sebagai Bahan Aktif	
Pestisida Nabati.....	74
18. Metabolit Sekunder Tanaman Gambir	77
19. Luas Panen dan Produksi Padi Sawah Menurut Kecamatan di Kabupaten	
Pakpak Bharat, 2024	80
20. Luas Panen dan Produksi Padi Ladang Menurut Kecamatan di Kabupaten	
Pakpak Bharat, 2024	82
21. Luas Panen dan Produksi Padi Sawah dan Ladang Menurut Kecamatan di	
Kabupaten Pakpak Bharat, 2024	83
22. Luas Panen dan Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pakpak Bharat,	
2024.....	83
23. Luas Panen dan Produksi Tanaman Pangan di Indonesia, 2024	84
24. Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Padi di Kabupaten Pakpak Bharat .	
.....	85
25. Skala Industri Pestisida Nabati Berbasis Tanaman Gambir.	95

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan sektor pertanian memiliki peranan penting dalam perekonomian nasional, tidak hanya sebagai penyedia kebutuhan pangan, tetapi juga sebagai motor penggerak industri dan sumber utama pendapatan masyarakat, terutama di wilayah pedesaan. Salah satu subsektor yang menunjukkan nilai ekonomi tinggi adalah budidaya tanaman obat, yang terus berkembang seiring meningkatnya permintaan global terhadap bahan alami untuk industri farmasi dan kesehatan. Berdasarkan data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 80% penduduk di negara berkembang masih mengandalkan obat-obatan tradisional berbasis tanaman (Tran et al., 2020). Oleh karena itu, pengembangan tanaman obat memiliki potensi besar dalam meningkatkan kesejahteraan petani dan memperkuat daya saing pertanian nasional.

Provinsi Sumatera Utara berperan besar dalam kontribusi sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara, nilai sektor ini meningkat dari Rp811,19 miliar pada tahun 2020 menjadi Rp1.051 triliun pada tahun 2023 (BPS, 2023). Kabupaten Pakpak Bharat merupakan salah satu wilayah di Provinsi Sumatera Utara yang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, khususnya pada subsektor tanaman perkebunan yang menjadi salah satu penopang utama perekonomian masyarakat setempat. Berdasarkan data dari BPS (2023), komoditas perkebunan yang dominan di wilayah ini meliputi kopi, nilam, dan gambir. Salah satu komoditas unggulan yang berperan penting dalam menopang

perekonomian lokal adalah gambir (*Uncaria gambir* Roxb.), yang dikenal sebagai tanaman penghasil senyawa bernilai tinggi dan bernilai strategis bagi pengembangan agroindustri.

Tanaman gambir dikenal luas karena kandungan senyawa bioaktif utamanya, seperti katekin dan tanin, yang tidak hanya bersifat antioksidan, antibakteri, dan antiinflamasi, tetapi juga menunjukkan aktivitas insektisida yang kuat terhadap berbagai jenis hama pertanian. Potensi ini menjadikan gambir sebagai kandidat strategis untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan baku pestisida nabati, menggantikan pestisida sintetis yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Dibisono et al., 2022). Gambir kini tidak hanya diposisikan sebagai komoditas perkebunan bernilai ekonomi tinggi, tetapi juga sebagai sumber inovatif dalam pengembangan pestisida nabati yang ramah lingkungan. Senyawa aktif seperti katekin dan tanin dalam gambir telah terbukti memiliki aktivitas insektisida yang signifikan dan berpotensi dikembangkan sebagai alternatif alami untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia dalam pertanian (Aprely et al., 2021).

Diversifikasi produk turunan gambir, khususnya dalam bentuk pestisida nabati, merupakan langkah strategis untuk meningkatkan nilai tambah komoditas serta mengurangi ketergantungan masyarakat pada penjualan bahan mentah. Dengan memanfaatkan potensi bioaktif gambir yang tinggi, pengembangan industri hilir berbasis pertanian dapat menciptakan peluang usaha baru yang berorientasi pada inovasi dan keberlanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam gambir, seperti katekin dan tanin, berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi produk pestisida alami yang efektif dan aman bagi lingkungan (Khalid et

al., 2024). Pendekatan ini sejalan dengan visi pembangunan pertanian berkelanjutan, yang menekankan pentingnya efisiensi sistem pertanian melalui hilirisasi produk dan pemanfaatan teknologi lokal (Hamid et al., 2024).

Menurut Badan Pusat Statistik Sumatera Utara (2023), Kabupaten Pakpak Bharat mengalami peningkatan signifikan dalam luas lahan dan produksi gambir dari tahun ke tahun. Luas lahan gambir meningkat dari 1.100 hektar dengan produksi 1.105 ton pada tahun 2019 menjadi 1.661 hektar dengan produksi 1.634 ton pada tahun 2022. Namun, tantangan utama yang dihadapi petani gambir adalah fluktuasi harga jual yang berdampak langsung pada pendapatan petani. Harga gambir yang diterima dari tengkulak seringkali lebih rendah dibandingkan harga yang ditetapkan pemerintah (Tinambun, 2024). Selain itu, inovasi dalam pengembangan produk turunan gambir masih sangat terbatas.

Oleh karena itu, optimalisasi pemanfaatan gambir sebagai pestisida nabati perlu dikembangkan guna meningkatkan nilai tambah produk dan kesejahteraan petani di Kabupaten Pakpak Bharat. Selain memberikan nilai tambah secara ekonomi, pemanfaatan produk turunan tanaman gambir sebagai pestisida nabati juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan agribisnis yang mengintegrasikan sektor pertanian, kesehatan lingkungan, dan pelestarian sumber daya alam. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan petani gambir, mengurangi ketergantungan terhadap pestisida sintetis impor, serta mendorong terciptanya peluang usaha baru berbasis inovasi lokal dan diversifikasi produk ramah lingkungan (Amalia & Wibowo, 2020).

Dengan potensi besar yang dimiliki, Kabupaten Pakpak Bharat memiliki peluang strategis untuk menjadi pusat pengembangan produk pestisida nabati yang

terintegrasi dalam sistem agribisnis berkelanjutan. Untuk mewujudkannya, dibutuhkan sinergi antara pelaku industri, pemerintah daerah, dan lembaga penelitian dalam mengembangkan teknologi formulasi pestisida nabati berbasis gambir yang efektif dan ramah lingkungan. Selain itu, penting untuk memberikan edukasi kepada petani terkait manfaat diversifikasi produk gambir, guna memperkuat ketahanan ekonomi lokal sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana sebaran area produksi tanaman gambir di Kabupaten Pak-Pak Bharat.
2. Bagaimana kandungan Metabolit Sekunder yang terkandung pada tanaman gambir.
3. Bagaimana keadaan budidaya tanaman padi di Kabupaten Pak-Pak Bharat.
4. Bagaimana keadaan dan perkembangan agroindustri pestisida nabati di Kabupaten Pak-Pak Bharat.
5. Bagaimana potensi agroindustri pestisida nabati untuk menghasilkan produk turunan dari tanaman gambir di Kabupaten Pak-Pak Bharat.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui sebaran area produksi tanaman gambir di Kabupaten Pak- Pak Bharat.
2. Untuk mengetahui kandungan Metabolit Sekunder yang terkandung pada tanaman gambir.
3. Untuk mengetahui Bagaimana budidaya daya tanaman padi di Kabupaten Pak-Pak Bharat.

4. Untuk mengetahui keadaan dan perkembangan agroindustri pestisida nabati di Kabupaten Pak-Pak Bharat.
5. Untuk mengetahui potensi agroindustri pestisida nabati untuk menghasilkan produk turunan dari tanaman gambir di Kabupaten Pak-Pak Bharat.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Bagi peneliti, penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata 1 (S1) di Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bagi institusi pendidikan, penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan, perpustakaan, serta menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi masyarakat umum, penelitian ini menyajikan informasi mengenai potensi tanaman gambir dalam pertanian dan agroindustri pestisida yang dapat dimanfaatkan oleh petani, pelaku usaha, dan pemerintah daerah dengan fokus pada produk turunan gambir sebagai pestisida nabati.

TINJAUAN PUSTAKA

Tumbuhan Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.)

Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) adalah tanaman dari famili Rubiaceae yang merupakan tumbuhan merambat tanaman perdu dengan percabangan memanjang, daun berbentuk lonjong dengan ujung meruncing, tidak berbulu (licin), permukaan daun licin, tangkai daun pendek, dan bunga dipenuhi dengan warna merah muda atau hijau mahkota, kelopak pendek, mahkota berbentuk corong (seperti bunga kopi), lima benang sari, dan satu kapsul dengan dua ruang. Buahnya bulat seperti telur, panjangnya sekitar 1,5 cm dan berwarna hitam (Yunarto et al., 2021). Tanaman Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) adalah tanaman herbal penting yang tumbuh subur di Asia Tenggara, khususnya di Indonesia. Tanaman ini telah dikenal oleh masyarakat tradisional selama berabad-abad dan digunakan dalam konteks pengobatan dan non pengobatan. Secara tradisional, gambir digunakan untuk mengobati berbagai kondisi seperti diare, luka, dan peradangan, dan juga berfungsi sebagai bahan baku dalam industri penyamakan kulit dan produksi pewarna alami (Rosalinaa et al., 2025).



Gambar 1. Tumbuhan Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.)

Klasifikasi tumbuhan gambir (*Uncaria gambir* Roxb.)

Berdasarkan ilmu taksonomi tumbuhan, klasifikasi tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) adalah

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledon
Bangsa	: Rubiales
Suku	: Rubiaceae
Marga	: <i>Uncaria</i>
Spesies	: <i>Uncaria gambir</i> (Hunter) Roxb.

Syarat Tumbuh Gambir (*Uncaria gambir* Roxb)

Tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) tumbuh optimal di daerah dengan iklim tropis basah, tanah subur, dan drainase yang baik. Studi terbaru menunjukkan bahwa salah satu faktor pembatas utama dalam budidaya gambir adalah kedalaman tanah dan retensi unsur hara. Tanaman ini memerlukan tanah yang cukup dalam untuk perakaran dan mampu mempertahankan kelembaban serta unsur hara penting seperti nitrogen dan magnesium. Upaya pengapuran menggunakan CaCO_3 dan pembangunan drainase direkomendasikan untuk meningkatkan kesesuaian lahan bagi tanaman gambir, terutama pada lahan marginal yang sebelumnya kurang produktif (Harahap et al., 2020). Selain faktor tanah, topografi juga memainkan peran penting dalam distribusi hara. Kandungan unsur hara seperti N, K, dan Mg lebih tinggi di daerah lembah dibandingkan lereng, yang menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih subur di wilayah dataran rendah (Setiawan et al., 2014).

Selain itu, gambir tumbuh baik di daerah dengan ketinggian sekitar 500 meter di atas permukaan laut, yang menyediakan suhu dan kelembapan ideal untuk pertumbuhannya (Karo, 2014). Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, petani dapat meningkatkan produktivitas dan mutu hasil gambir secara berkelanjutan.

Kandungan gambir (*Uncaria gambir* Roxb.)

Gambir mengandung senyawa aktif dengan efek farmakologis. Ekstrak daun gambir mengandung katekin sebagai senyawa utama serta beberapa senyawa lain seperti asam tanat katekin, kuersetin, katekin merah, gambir berpendar, lemak dan lilin. Katekin merupakan metabolit sekunder yang berasal dari flavonoid yang memiliki aktivitas antihiperlipidemia. (Yunarto *et al.*, 2021).

Gambir mengandung senyawa polifenol (turunan fenol) yang merupakan salah satu sumber potensial antioksidan alami. Senyawa fenolik terbesar adalah flavonoid dan mempunyai aktivitas antioksidan yang bisa meningkatkan sistem imun dari penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas. Senyawa metabolit sekunder utama dalam tanaman gambir adalah kuersetin, katekin, dan asam tanat. Katekin bersifat manis dan akan berubah menjadi katekin tannat (pahit) ketika waktu pemanasan lama atau dengan larutan basa. (Rahmawati & Yuniarti, 2024).

Tabel 1. Tabel senyawa kimia tumbuhan gambir (*Uncaria gambir* Roxb.).

No.	Senyawa	Kadar
1	Katekin	59%
2	Polifenol	87%
3	Tanin	0,19 – 0,29%
4	Fenolik total	639,75 – 732,34 μ GAE/mg
5	Gula total	1,92 – 1,96 μ g/mL
6	Epikatekin	0,62 – 0,8 μ g/mL
7	Asam kefeat	0,98 – 0,99 μ g/mL

Senyawa aktif utama dalam tanaman gambir adalah katekin, yang dikenal sebagai antioksidan kuat, antiinflamasi, dan sifat antibakteri. Penelitian telah menunjukkan bahwa katekin dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan mencegah oksidasi sel, menjadikannya kandidat yang menjanjikan untuk pengembangan obat modern (Rosalinaa *et al.*, 2021).

Budidaya Tanaman Gambir di Pakpak Bharat

Budidaya tanaman gambir (*Uncaria gambir Roxb.*) di Kabupaten Pakpak Bharat telah menjadi salah satu komoditas utama yang berkontribusi terhadap ekonomi daerah. Gambir memiliki potensi pasar yang besar baik di dalam negeri maupun di luar negeri karena penggunaannya dalam industri farmasi, tekstil, dan tradisional. Kabupaten Pakpak Bharat memiliki luas perkebunan gambir sekitar 1.224 hektar dan lahan kering potensial sebesar 16.049,6 hektar yang dapat dioptimalkan untuk pengembangan budidaya gambir. Evaluasi kesesuaian lahan dengan menggunakan sistem ALES (Automated Land Evaluation System) menunjukkan bahwa beberapa wilayah di Pakpak Bharat sangat cocok untuk pengembangan tanaman gambir (Sebayang, 2015).

Kondisi tanah di wilayah Pakpak Bharat yang digunakan untuk perkebunan gambir didominasi oleh jenis tanah Inceptisol, yang memiliki karakteristik kimia tertentu seperti kadar nitrogen (N) dan karbon organik yang lebih tinggi di daerah lembah dibandingkan dengan area perbukitan (Arviandi *et al.*, 2015). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan hara tanah berdasarkan posisi lahan penting dalam meningkatkan produktivitas gambir. Misalnya, kandungan unsur hara seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) cenderung lebih rendah di area lereng dan puncak bukit dibandingkan dengan area lembah (Setiawan *et al.*, 2014).

Selain dari aspek budidaya, tanaman gambir juga memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan bagi masyarakat di Pakpak Bharat. Agroforestri berbasis gambir tidak hanya berperan dalam menyediakan sumber pendapatan bagi petani, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekosistem setempat. Analisis faktor ekonomi menunjukkan bahwa sub-distrik seperti Salak, Sitellu Tali Urung Jehe, Pergetteng Getteng Sengkut, dan Tinada merupakan daerah utama produksi gambir di Pakpak Bharat (Bangun *et al.*, 2021). Namun, terdapat beberapa tantangan dalam pengembangan gambir, seperti kurangnya modal usaha, kendala pemasaran, serta teknologi pengolahan yang masih bersifat tradisional (Tinambunan *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan dukungan dari pemerintah dan sektor swasta dalam meningkatkan infrastruktur, akses pasar, dan inovasi dalam teknik budidaya serta pengolahan gambir.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara, berikut adalah informasi mengenai luas tanaman dan produksi gambir di Kabupaten Pakpak Bharat pada tahun 2020 hingga 2024:

Tabel 2. Luas Lahan Dan Produksi Tanaman Gambir Di Kabupaten Pakpak Bharat.

Tahun	Luas Tanaman Gambir (Ha)	Produksi Gambir (Ton)
2020	612,5	680
2021	939,07	719,9
2022	1.358	1.003,1
2023	1.101	1.290
2024	1.623,5	3.910

Sumber : BPS Sumut 2025

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara pada Tabel 2, terlihat adanya perkembangan dalam luas lahan dan produksi tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat selama kurun waktu lima tahun terakhir, yakni dari tahun 2020 hingga 2024. Pada tahun 2020, luas lahan tanaman

gambir tercatat sebesar 612,5 hektar dengan total produksi mencapai 680 ton. Angka ini mengalami peningkatan pada tahun-tahun berikutnya, di mana pada tahun 2021 luas lahan menjadi 939,07 hektar dengan produksi sebesar 719,9 ton. Meskipun pertumbuhan produksi pada tahun tersebut tidak sebesar kenaikan luas lahan, tren positif tetap berlanjut di tahun-tahun selanjutnya.

Peningkatan paling signifikan terjadi pada tahun 2024, dengan luas lahan mencapai 1.623,5 hektar dan produksi melonjak drastis menjadi 3.910 ton. Kenaikan ini mencerminkan adanya pengembangan serius terhadap komoditas gambir, baik dari sisi perluasan areal tanam maupun dari sisi peningkatan produktivitas. Hal ini bisa jadi dipengaruhi oleh penggunaan teknologi pertanian yang lebih maju, perbaikan teknik budidaya, hingga meningkatnya permintaan pasar terhadap produk gambir dan turunannya.

Produk Turunan Tanaman Gambir

Tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) telah lama dikenal sebagai salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Tanaman ini banyak dibudidayakan di daerah Sumatera Barat dan Sumatera Utara karena kondisi iklimnya yang mendukung. Hasil utama dari tanaman ini adalah ekstrak gambir yang mengandung senyawa aktif seperti katekin dan tanin, yang memiliki berbagai manfaat industri, termasuk farmasi, kosmetik, pangan, dan tekstil (Sagala et al., 2015). Selain itu, ekstrak gambir juga dikenal sebagai bahan dasar pembuatan tinta dan bahan pengawet alami dalam industri makanan. Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar, banyak penelitian yang dilakukan untuk mengoptimalkan proses ekstraksi dan pemanfaatan gambir agar lebih efisien dan bernilai tambah tinggi.

Salah satu komponen utama dalam gambir adalah katekin, senyawa polifenol yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Proses ekstraksi katekin biasanya dilakukan menggunakan pelarut organik seperti etanol dan metanol untuk mendapatkan rendemen yang optimal. Katekin memiliki berbagai manfaat, termasuk sebagai bahan dalam produk farmasi yang berfungsi sebagai anti-inflamasi dan antikanker. Selain itu, senyawa ini juga dimanfaatkan dalam industri kosmetik sebagai bahan aktif dalam produk perawatan kulit karena kemampuannya melawan radikal bebas (Wardi *et al.*, 2020). Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan produk alami, penggunaan katekin dalam industri kosmetik semakin berkembang.

Di sektor pangan, ekstrak gambir telah digunakan sebagai bahan tambahan alami yang berperan sebagai pengawet dan penambah cita rasa. Studi menunjukkan bahwa ekstrak gambir dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dalam makanan, menjadikannya alternatif yang potensial sebagai bahan pengawet alami (Yunarto *et al.*, 2017). Dalam industri farmasi, gambir juga dikenal sebagai agen antidislipidemia yang berpotensi menurunkan risiko aterosklerosis dengan cara mengurangi kadar lemak dalam darah. Studi klinis menunjukkan bahwa suplemen berbasis ekstrak gambir dapat meningkatkan kesehatan kardiovaskular, meskipun masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanismenya secara lebih mendalam.

Selain pemanfaatannya dalam industri pangan dan farmasi, gambir juga banyak digunakan dalam industri tekstil dan pewarnaan alami. Kandungan tanin dalam gambir memungkinkan pewarnaan kain dengan daya tahan yang baik terhadap pencucian dan sinar matahari. Kombinasi ekstrak gambir dengan zat

pengikat seperti ferosulfat dapat menghasilkan warna hitam kehijauan yang stabil, yang kemudian digunakan dalam pembuatan tinta stempel (Silfia *et al.*, 2015). Aplikasi pewarna alami ini semakin diminati karena sifatnya yang ramah lingkungan dibandingkan dengan pewarna sintetis yang dapat mencemari lingkungan.

Di bidang pertanian, ekstrak daun gambir semakin mendapat perhatian sebagai pestisida nabati yang ramah lingkungan. Sebuah studi terbaru menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak gambir dengan konsentrasi 32% dapat mencapai tingkat mortalitas 100% pada hama ulat api (*Sethotosea asigna*) dalam waktu lima hari setelah aplikasi, serta mampu menekan intensitas serangan daun hingga 14,28% (Dibisono *et al.*, 2022). Penelitian lain menunjukkan bahwa pestisida nabati berbasis gambir mampu mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida sintetis dan menurunkan residu pestisida dalam hasil panen (Hoesain *et al.*, 2022). Dengan meningkatnya kesadaran akan pertanian berkelanjutan, penggunaan pestisida nabati berbasis ekstrak gambir diperkirakan akan terus berkembang.

Pengembangan lebih lanjut dari produk turunan gambir mencakup penelitian mengenai senyawa bioaktif baru yang terdapat dalam ekstrak gambir. Sebuah penelitian baru menunjukkan bahwa derivat metil dari ekstrak etanol daun gambir memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan, meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak etanol murni. Namun, derivat ini lebih larut dalam lemak, sehingga berpotensi digunakan dalam formulasi farmasi dan kosmetik yang lebih efektif (Kresnawaty & Zainuddin, 2009). Dengan meningkatnya penelitian dalam bidang ini, semakin besar kemungkinan untuk menemukan inovasi baru yang dapat meningkatkan nilai tambah produk gambir di berbagai industri.

Agroindustri

Agroindustri merupakan sektor yang memainkan peran penting dalam pengolahan hasil pertanian menjadi produk bernilai tambah, sehingga meningkatkan ekonomi pedesaan dan kesejahteraan masyarakat. Dalam perkembangannya, agroindustri telah mengalami transformasi menuju sistem yang lebih berkelanjutan dengan penerapan prinsip ekonomi sirkular. Penelitian oleh Bantacut dan Romli (2020) mengungkapkan bahwa pemanfaatan limbah organik dari proses produksi agroindustri dapat menjadi sumber energi alternatif, mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam, serta menekan dampak pencemaran lingkungan.

Agroindustri memiliki peranan penting dalam perekonomian nasional, baik dalam penciptaan nilai tambah, penyerapan tenaga kerja, maupun distribusi pendapatan. Menurut penelitian Pratiwi et al (2017), agroindustri hilir berkontribusi lebih besar dalam penciptaan output dan nilai tambah dibandingkan agroindustri hulu, sementara agroindustri hulu lebih dominan dalam penciptaan Produk Domestik Bruto (PDB) dan ekspor. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan kontribusi signifikan sektor agroindustri terhadap perekonomian Indonesia. Dalam publikasi "Statistik Harga Produsen Pertanian Subsektor Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Tanaman Perkebunan Rakyat 2022", BPS mencatat bahwa harga produsen berbagai komoditas pertanian di pedesaan mengalami fluktuasi sepanjang tahun 2022.

Pengembangan teknologi dalam agroindustri menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi produksi dan daya saing sektor ini. Studi yang dilakukan oleh Udin et al (2015) menunjukkan bahwa teknologi penggilingan padi berbasis

green technology lebih efisien dibandingkan dengan teknologi konvensional, dengan nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp3,2 miliar dan Internal Rate of Return (IRR) mencapai 29,3%. Dengan investasi yang tepat dan penggunaan teknologi yang sesuai, agroindustri dapat meningkatkan produktivitas serta memberikan keuntungan yang lebih besar bagi pelaku usaha.

Agroindustri juga berperan dalam pembangunan ekonomi daerah, terutama dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan. Studi yang dilakukan oleh Fitriani et al (2018) mengenai agroindustri berbasis singkong di Lampung menunjukkan bahwa sektor ini tidak hanya berkontribusi terhadap ketahanan pangan, tetapi juga meningkatkan pendapatan masyarakat melalui penciptaan lapangan kerja di sektor pertanian dan industri pengolahan. Hal ini menunjukkan bahwa agroindustri memiliki potensi besar dalam mendorong pertumbuhan ekonomi daerah.

Agroindustri Tanaman Gambir

Tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb) memiliki potensi besar dalam pengembangan agroindustri di Kabupaten Pakpak Bharat, khususnya dalam pemanfaatannya sebagai pestisida nabati. Gambir telah lama digunakan dalam berbagai industri, termasuk farmasi dan tekstil, namun penelitian terbaru menunjukkan bahwa kandungan senyawa aktif seperti tanin dan flavonoid dalam gambir berperan penting sebagai agen pestisida alami. Pakpak Bharat sebagai salah satu sentra produksi gambir di Indonesia memiliki peluang besar untuk mengembangkan pemanfaatan ekstrak gambir sebagai pestisida nabati yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Sagala et al., 2015).

Potensi gambir sebagai pestisida nabati didukung oleh kandungan tanin

yang memiliki sifat antimikroba dan insektisida. Penelitian menunjukkan bahwa tanin dalam ekstrak gambir mampu menghambat pertumbuhan hama dan patogen tanaman dengan mekanisme penghambatan enzim pencernaan serangga serta merusak struktur membran sel patogen (Bangun et al., 2021). Selain itu, uji efektivitas pestisida nabati berbasis ekstrak tumbuhan lain seperti daun tembakau dan kayu kuning telah menunjukkan hasil yang positif dalam mengendalikan hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi (Suhartini et al., 2017), sehingga penggunaan gambir dalam konteks yang serupa layak untuk dikaji lebih lanjut.

Di Kabupaten Pakpak Bharat, pengembangan agroindustri berbasis gambir sebagai pestisida nabati memiliki dampak positif bagi perekonomian lokal dan kelestarian lingkungan. Berdasarkan studi ekonomi, gambir telah berkontribusi dalam meningkatkan pendapatan masyarakat melalui sistem agroforestri yang dikembangkan secara berkelanjutan (Bangun et al., 2021). Dengan pengolahan yang lebih modern, pengembangan pestisida berbasis gambir tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia yang berbahaya, tetapi juga menciptakan nilai tambah ekonomi yang signifikan bagi petani lokal.

Pembangunan Pertanian

Pembangunan pertanian merupakan proses perubahan terencana dalam sektor pertanian yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, kesejahteraan petani, serta ketahanan pangan suatu negara. Menurut Mulyono & Munibah (2016), pembangunan pertanian mencakup strategi untuk mengatasi ancaman seperti konversi lahan, harga input yang meningkat, serta posisi tawar petani yang rendah. Pembangunan pertanian juga berkaitan dengan aspek kebijakan, teknologi, dan

sosial ekonomi yang saling mempengaruhi. Menurut penelitian Syahrial et al (2024), pertumbuhan sektor pertanian di berbagai wilayah belum merata, sehingga diperlukan strategi yang lebih spesifik untuk setiap daerah.

Teori Pembangunan Pertanian terbagi dalam beberapa bagian yaitu sebagai berikut ini:

1. Teori Keunggulan Komparatif dalam Pertanian

Teori Keunggulan Komparatif pertama kali diperkenalkan oleh David Ricardo dalam bukunya *On the Principles of Political Economy and Taxation* (1817). Teori ini menyatakan bahwa setiap negara sebaiknya mengkhususkan diri dalam produksi barang yang dapat dihasilkan dengan biaya relatif lebih rendah dibandingkan negara lain. Dalam konteks pertanian, negara yang memiliki sumber daya alam subur, tenaga kerja murah, atau iklim yang mendukung harus fokus pada produksi hasil pertanian tertentu agar lebih efisien dan kompetitif dalam perdagangan internasional.

1. Teori Lokasi Pertanian (Johann Heinrich von Thünen, 1783-1850), teori ini menjelaskan bagaimana lokasi pertanian ditentukan oleh biaya transportasi dan nilai tanah.
2. Teori Keunggulan Kompetitif (Michael Porter, 1947-sekarang); teori ini mengembangkan konsep Ricardo dengan menambahkan faktor inovasi dan strategi bisnis.
3. Teori Struktur Industri (Alfred Chandler, 1918-2007); teori ini menjelaskan bagaimana struktur industri mempengaruhi daya saing pertanian.

4. Teori Ekonomi Skala (Adam Smith, 1723-1790); teori ini menguraikan bagaimana produksi dalam jumlah besar dapat meningkatkan efisiensi pertanian.
5. Teori Spesialisasi dan Perdagangan (Paul Samuelson, 1915-2009); teori ini memperkuat gagasan Ricardo dengan menekankan pentingnya spesialisasi dalam perdagangan internasional.

2. Teori Transformasi Pertanian

Schultz dalam bukunya *Transforming Traditional Agriculture* (1964) berpendapat bahwa pembangunan pertanian di negara berkembang harus melalui transformasi dari sistem pertanian tradisional ke sistem pertanian modern dengan meningkatkan pendidikan petani, penggunaan teknologi baru, dan akses terhadap kredit. Ia berargumen bahwa petani adalah aktor ekonomi yang rasional dan akan mengadopsi inovasi jika diberikan insentif yang tepat. Penerapan teori ini terlihat dalam program reformasi agraria dan peningkatan infrastruktur pertanian di negara-negara berkembang, seperti Revolusi Hijau yang diperkenalkan pada 1960-an untuk meningkatkan produksi pangan melalui penggunaan pupuk, pestisida, dan varietas unggul.

1. Teori Pertumbuhan Tahap (Walt Rostow, 1916-2003); teori ini menyatakan bahwa ekonomi berkembang melalui lima tahap pertumbuhan, termasuk sektor pertanian.
2. Teori Induced Innovation (Yujiro Hayami, 1932-2012 & Vernon Ruttan, 1924-2008); teori ini menyebutkan bahwa inovasi teknologi dalam pertanian dipicu oleh kebutuhan ekonomi dan lingkungan.

3. Teori Modernisasi Pertanian (Deng Xiaoping, 1904-1997); teori ini fokus pada reformasi struktural dalam sistem pertanian China.
4. Teori Pertanian Multi-fungsi (OECD, 2001); teori ini mengakui bahwa pertanian tidak hanya berfungsi untuk produksi pangan tetapi juga memiliki dampak ekologis dan sosial.
5. Teori Revolusi Hijau (Norman Borlaug, 1914-2009); teori ini mengembangkan benih unggul dan metode pertanian intensif untuk meningkatkan hasil panen.

3. Teori Pembangunan Agraria dan Ekonomi Strukturalis

Teori ini melihat pertanian sebagai bagian dari sistem ekonomi yang lebih besar di mana distribusi tanah dan kepemilikan alat produksi menentukan kesejahteraan petani. Marx berpendapat bahwa dalam sistem kapitalis, kepemilikan tanah oleh segelintir orang menyebabkan ketimpangan sosial dan eksploitasi petani kecil. Konsep ini banyak diterapkan dalam kebijakan reformasi agraria di berbagai negara berkembang seperti Meksiko, Tiongkok, dan Indonesia untuk mendistribusikan tanah lebih adil kepada petani kecil.

1. Teori Ekonomi Dualisme (Arthur Lewis, 1915-1991); teori ini memisahkan ekonomi pertanian tradisional dan sektor industri modern.
2. Teori Ketimpangan Agraria (Samir Amin, 1931-2018; teori ini menyoroti bagaimana kapitalisme menyebabkan eksploitasi petani.
3. Teori Pembangunan Berbasis Negara (Gunnar Myrdal, 1898-1987); teori ini menekankan intervensi negara dalam sektor pertanian.
4. Teori Agraria Sosialisme (Mao Zedong, 1893-1976); teori ini mendorong

kolektivisasi pertanian untuk menghilangkan ketimpangan.

5. Teori Relasi Produksi (Karl Marx, 1818-1883); teori ini menjelaskan bagaimana kepemilikan alat produksi memengaruhi dinamika pertanian.

4. Teori Inovasi Pertanian

Teori inovasi pertanian berakar pada konsep Joseph Schumpeter tentang inovasi sebagai pendorong utama pembangunan ekonomi. Schumpeter dalam bukunya *The Theory of Economic Development* (1911) menjelaskan bahwa inovasi terjadi dalam bentuk kombinasi baru dari sumber daya yang tersedia, termasuk dalam sektor pertanian.

1. Teori Sistem Inovasi Sektoral (Breschi & Malerba, 1997); teori ini menjelaskan bagaimana sektor pertanian berkembang melalui jaringan inovasi yang melibatkan berbagai aktor seperti pemerintah, perusahaan, dan petani.
2. Teori Difusi Inovasi (Everett Rogers, 1931-2004); teori ini menunjukkan bahwa adopsi inovasi dalam pertanian bergantung pada komunikasi, struktur sosial, dan karakteristik petani.
3. Teori Induced Innovation (Yujiro Hayami, 1932-2012 & Vernon Ruttan, 1924-2008); teori ini menyatakan bahwa inovasi pertanian berkembang sebagai respons terhadap perubahan faktor produksi dan kebijakan ekonomi.
4. Teori Kapital Manusia (Gary Becker, 1930-2014); teori ini menekankan bahwa investasi dalam pendidikan dan keterampilan petani meningkatkan produktivitas dan adopsi teknologi.
5. Teori Jaringan Inovasi (Bruno Latour, 1947-sekarang); teori ini menjelaskan bagaimana aktor dalam sistem pertanian berinteraksi untuk menciptakan

inovasi melalui kolaborasi antara petani, peneliti, dan pembuat kebijakan.

5. Teori Keberlanjutan dalam Pembangunan Pertanian

Teori keberlanjutan dalam pembangunan pertanian berfokus pada bagaimana pertanian dapat berkembang tanpa merusak lingkungan dan tetap menjamin kesejahteraan petani serta ketahanan pangan global. Lester Brown dalam bukunya *Plan B: Rescuing a Planet Under Stress and a Civilization in Trouble* (2003) menekankan pentingnya transisi menuju sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan hemat sumber daya.

1. Teori Kapasitas Daya Dukung Lingkungan (Catton & Dunlap, 1980); teori ini menjelaskan bahwa pertanian harus menyesuaikan dengan batasan ekologi agar tidak menyebabkan degradasi lingkungan.
2. Teori Ekonomi Sirkular (Pearce & Turner, 1989); teori ini mengusulkan model pertanian yang mengutamakan daur ulang sumber daya, seperti pemanfaatan limbah organik sebagai pupuk.
3. Teori Agroekologi (Miguel Altieri, 1989); teori ini menganalisis bagaimana sistem pertanian dapat dikelola dengan prinsip ekologi untuk meningkatkan produktivitas secara alami.
4. Teori Resiliensi Sosial-Ekologis (Holling & Gunderson, 2002); teori ini menjelaskan bagaimana sistem pertanian dapat beradaptasi terhadap perubahan iklim dan faktor eksternal lainnya.
5. Teori Etika Lingkungan (Aldo Leopold, 1887-1948); teori ini mendorong pendekatan etis dalam pertanian yang memperhatikan keseimbangan ekosistem dan kesejahteraan semua makhluk hidup.

Teori Resource Based View

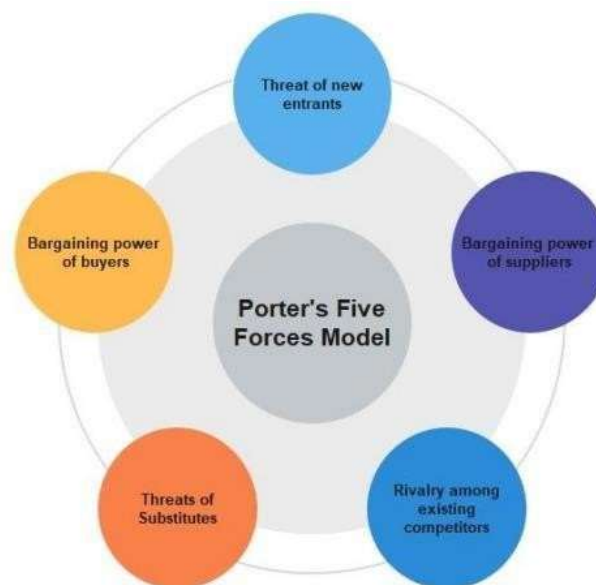
Resource Based View (RBV) menekankan bahwa keunggulan kompetitif perusahaan berasal dari penguasaan sumber daya dan kapabilitas internal yang unik dan sulit ditiru oleh pesaing. Sumber daya ini dapat berupa aset berwujud seperti teknologi dan peralatan, maupun aset tak berwujud seperti reputasi dan budaya organisasi. Untuk menentukan potensi keunggulan kompetitif, RBV menggunakan kerangka VRIO (Value, Rarity, Imitability, Organization), yang menilai apakah sumber daya tersebut bernilai, langka, sulit ditiru, dan didukung oleh organisasi (Lubis, 2022).

Dalam penelitian ini, RBV digunakan untuk mengkaji potensi secara internal dalam pengembangan tanaman gambir (*Uncaria gambir Roxb*) di Pakpak Bharat dapat menjadi sumberdaya unggulan yang bernilai tinggi. RBV membantu menilai bagaimana sumber daya yang tersedia di daerah tersebut seperti ketersediaan bahan baku gambir, keterampilan petani, teknologi pengolahan, serta dukungan kelembagaan lokal dapat menjadi faktor penentu keunggulan kompetitif yang berkelanjutan dalam industri obat herbal. Melalui pendekatan kerangka VRIO, penelitian ini mengevaluasi apakah sumber daya RBV membantu menilai bagaimana sumber daya yang tersedia di daerah tersebut seperti ketersediaan bahan baku gambir, keterampilan petani, teknologi pengolahan, serta dukungan kelembagaan lokal dapat menjadi faktor penentu keunggulan kompetitif yang berkelanjutan dalam industri obat herbal. penelitian ini mengevaluasi apakah sumber daya tersebut memiliki nilai, kelangkaan, sulit ditiru, dan mampu didukung secara optimal oleh organisasi atau komunitas setempat. Pendekatan ini juga dikombinasikan dengan hasil systematic review menggunakan metode PRISMA

untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai bagaimana potensi internal Kabupaten Pakpak Bharat dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam mendukung pengembangan agroindustri UKOT atau UMOT berbasis gambir.

Teori Porter's Five Forces

Porter's Five Forces adalah kerangka kerja yang mengkaji dan mengevaluasi lima kekuatan kompetitif yang mempengaruhi sebuah industri, sehingga dapat mengidentifikasi kekuatan dan kelemahannya. Model ini diperkenalkan oleh Michael E. Porter dalam bukunya "Competitive Strategy: Teknik Menganalisis Industri dan Pesaing" pada tahun 1979. Ketika mengembangkan dokumen strategi SI/TI, penting untuk mempertimbangkan kerangka kerja *Porter's Five Forces* dan penerapannya dalam menganalisis industri dan persaingan. Hal ini akan membantu mengidentifikasi potensi ancaman dan peluang di pasar, serta menginformasikan pengambilan keputusan strategis untuk inisiatif SI/TI organisasi.



Gambar 2. *Porter's Five Forces* Model

Lima kekuatan yang diidentifikasi oleh Porter yang mempengaruhi strategi perusahaan adalah: Rivalry among existing competitor in the industry, persaingan intra industri. Threat of new entrants into the industry, ancaman pendatang baru. Bargaining power of suppliers, daya tawar-menawar pemasok, Bargaining power of buyers, kekuatan tawar menawar pembeli. Threat of substitutes, ancaman produk pengganti.

Model Five Forces Porter menganalisis lingkungan eksternal industri melalui lima kekuatan utama yang mempengaruhi daya saing. Pertama, ancaman pendatang baru yang mengevaluasi seberapa mudah atau sulit bagi perusahaan baru untuk memasuki industri dan bersaing. Kedua, kekuatan pemasok yang menilai kemampuan pemasok dalam mempengaruhi harga dan kualitas input. Ketiga, kekuatan pembeli yang menganalisis sejauh mana pembeli dapat menekan harga atau menuntut kualitas yang lebih tinggi. Keempat, ancaman produk atau jasa pengganti yang mengidentifikasi kemungkinan adanya produk atau jasa alternatif yang dapat menggantikan produk utama industri. Terakhir, persaingan antar pesaing yang melihat tingkat intensitas persaingan di antara perusahaan-perusahaan yang sudah ada dalam industri. Melalui analisis kelima kekuatan ini, model Five Forces Porter membantu perusahaan memahami struktur industri dan merumuskan strategi yang tepat untuk meningkatkan posisi kompetitifnya di pasar.

Dalam penelitian ini, model Porter's Five Forces digunakan sebagai kerangka analisis tambahan untuk mendukung hasil dari tinjauan pustaka yang dilakukan secara sistematis. Analisis Five Forces akan membantu mengidentifikasi dan mengevaluasi dinamika industri serta potensi daya saing dari pengembangan tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) sebagai bahan baku pestisida nabati di

Kabupaten Pakpak Bharat. Dengan mengaitkan temuan dari *systematic review* yang diperoleh melalui metode PRISMA-P dan pendekatan PICO dengan kelima kekuatan Porter, penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait potensi ancaman pendatang baru, kekuatan pemasok dan pembeli, ancaman produk substitusi, serta tingkat persaingan dalam industri pestisida nabati berbasis gambir. Hal ini bertujuan untuk mendukung perumusan strategi yang tepat dalam pengembangan agroindustri pestisida nabati yang berbasis tanaman gambir, khususnya di wilayah Pakpak Bharat.

Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini bersumber dari berbagai macam literature yang menjadi dasar peneliti dalam melakukan penelitian. Hasil dari kajian berbagai literatur tersebut digunakan untuk menemukan variabel yang memiliki keterkaitan dengan sasaran yang telah ditentukan. Adapun tabel ringkasan mengenai penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Analisis Literatur Penelitian Terdahulu

1. Bagaimana sebaran area produksi tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1	Tanaman Gambir Komoditas Spesifik Lokasi Dikabupaten Pakpak Bharat Sumatera Utara	Palmarum Nainggolan dan Dorkas Parhusip	Analisis Deskriptif dengan pendekatan studi kasus.	Penelitian ini mengungkap bahwa gambir merupakan komoditas unggulan Pakpak Bharat dengan produksi 1.540 ton pada 2010. Namun, budidayanya masih tradisional tanpa teknologi modern, sementara pengolahan menggunakan metode sederhana yang kurang efisien.

2	Analisis Usaha Tani Gambir di Sumatera Barat (Studi Kasus Kecamatan Harau, Kabupaten 50 Kota)	Ermia A.F dan Puti Rosmeilisa	Menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif.	Penelitian ini menganalisis usahatani gambir di Sumatera Barat dari aspek ekonomi, sosial, dan teknis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa usahatani gambir cukup menguntungkan, tetapi rentan terhadap fluktuasi harga yang memengaruhi profitabilitas petani.
3.	Budi Daya Gambir Spesifik Lokasi Provinsi Sumatra Utara dan Kajian SNI Gambir	Sri Endah Nurzannah, Tristiana Handayani, Khadijah EL Ramija, Listiawati, dan Yunita Indah Wulandari	deskriptif dengan pendekatan studi literatur dan analisis data sekunder.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa budidaya gambir di Sumatra Utara, khususnya di Kabupaten Pakpak Bharat, masih dilakukan secara tradisional dengan produktivitas dan kualitas yang belum optimal.
4	Analisis Sebaran Area Komoditas Unggulan Pertanian Tanaman Pangan di Kabupaten Brebes	Ariyanto Darmawan, Rahma Hayati & Hariyanto	Metode deskriptif kuantitatif.	Penelitian ini menemukan bahwa padi sawah merupakan komoditas unggulan di Kabupaten Brebes dengan sebaran luas di 10 kecamatan, sementara kacang hijau memiliki keunggulan kompetitif tertinggi. Kecamatan Tonjong menunjukkan pertumbuhan positif dengan lima komoditas unggulan.
5	Sebaran Tanaman Obat Di Desa Tebing Siring Kecamatan Bajuin Kabupaten Tanah Laut Berbasis Sistem Informasi Geografis	Septian Aditya Wira Buana, Zainal Abidin, dan Adi Rahmadi	metode Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan pendekatan analisis NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).	Penelitian ini menemukan bahwa Eukaliptus dan Kayu Putih tersebar di Gunung Batu dan Gunung Langkaras dengan NDVI 0,42–0,76, menunjukkan vegetasi sehat.
6	Analisis Produksi Tanaman Cengkeh Didesa Tondo Kecamatan Sirenja Kabupaten Donggala	Widya Arinda & M. R. Yantu	metode kuantitatif menggunakan analisis fungsi produksi Cobb- Douglas.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor produksi seperti luas lahan, jumlah tanaman, pupuk, tenaga kerja, dan pestisida berpengaruh nyata terhadap produksi cengkeh di Desa Tondo, Kecamatan Sirenja, Kabupaten Donggala.
7	Analisis Produksi dan Efisiensi Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah di Provinsi Bali	Suharyanto, Jangkung H. Mulyo, Dwidjono H. Darwanto dan Sri Widodo	metode fungsi produksi stokastik frontier dengan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE)	Penelitian ini menganalisis efisiensi PTT padi sawah di Bali dengan metode stokastik frontier MLE. Hasilnya, produktivitas lebih tinggi pada musim kemarau dengan tanam jajar legowo, pengairan berselang, dan varietas unggul. Efisiensi teknis petani alumni

2. Bagaimana kandungan Metabolit Sekunder yang terkandung pada tanaman gambir.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1	Screening Fitokimia Awal (Analisis Qualitative) Pada Daun Gambir (Uncaria Roxb) Asal Siguntur Muda	(Melati Parbuntari, 2022)	& Uji fitokimia dilakukan dengan metode reaksi warna untuk mengidentifikasi metabolit sekunder dalam ekstrak daun gambir.	Daun gambir mengandung alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin, namun tidak ditemukan kandungan steroid.
2	Development and Validation of a High-Performance Liquid Chromatography-Based Method for Catechin Isolated from the Leaves of Gambir (Uncaria gambir Roxb.)	(Yunarto et al, 2023)	et Kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) untuk menganalisis kadar catekin dalam ekstrak daun gambir.	Kandungan catekin dalam daun gambir sangat tinggi , menjadikannya antioksidan kuat. HPLC terbukti valid dalam analisis kuantitatif catekin dalam gambir.
3.	Potensi Fraksi Etil Asetat Ekstrak Daun Gambir (Uncaria Gambir Roxb.) Sebagai Antihiperlipidemia	(Yunarto et al., 2015)	Eksperimen in vivo pada tikus Sprague Dawley yang diberi diet tinggi lemak dan diberi perlakuan ekstrak etil asetat daun gambir.	Fraksi etil asetat gambir menurunkan kadar kolesterol total, trigliserida, LDL, dan meningkatkan HDL, dengan dosis terbaik 20 mg/200 g BB.
4	The Reconstruction of Scientific Knowledge About Bajakah Kalalawit (Uncaria Gambir Roxb) Bioactivity as Ethnomedicine.	(Sudarmin et al, 2020)	Analisis fitokimia dan bioaktivitas menggunakan spektroskopi FTIR untuk mengidentifikasi senyawa dalam akar dan kayu gambir.	Gambir mengandung terpenoid, fenol, alkaloid, dan flavonoid, yang memiliki potensi sebagai antitumor dan antikanker.
5	Gambaran Cemaran dan Kadar Metil Galat Pada Tiga Mutu Ekstrak Gambir (Uncaria Gambir Roxb.)	(Alegantina & Setyorini, 2017)	Uji laboratorium dilakukan untuk mengukur kadar metil galat dan tingkat kontaminasi mikroba dalam tiga mutu ekstrak gambir.	Kandungan metil galat tertinggi (2,30%) ditemukan pada ekstrak gambir kualitas 3, sementara ekstrak kualitas rendah mengandung cemaran mikroba dan aflatoksin.

6	Antibacterial Activity of Purified Gambier (Uncaria Gambir Roxb.)	(Ifora et al, 2022)	Uji laboratorium dilakukan untuk mengukur kadar metil galat dan tingkat kontaminasi mikroba dalam tiga mutu ekstrak gambir.	Kandungan metil galat tertinggi (2,30%) ditemukan pada ekstrak gambir kualitas 3, sementara ekstrak kualitas rendah mengandung cemaran mikroba dan aflatoksin.
7	Ekstraksi dan Karakteristik dari Gambir (Uncaria Gambir Roxb.)	(Mahendra & Azhar, 2022)	Spektroskopi FTIR dan UV-Vis digunakan untuk menganalisis karakteristik katekin dalam gambir	Hasil karakteristik menunjukkan bahwa ekstrak gambir mengandung katekin sebagai flavonol utama, dengan spektrum serupa dengan katekin standar.

3. Bagaimana keadaan budidaya daya tanaman padi di Kabupaten

Pak-Pak Bharat.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1	Assessing the Change of Agroclimatic Suitability for Rice Cultivation in South Sumatra, Indonesia	(Wandayantolis et al., 2024)	Analisis data iklim (1981-2020) menggunakan klasifikasi Oldeman untuk menentukan zona agroklmatikdi Sumatera Selatan.	Perubahan pola curah hujan mempengaruhi kesesuaian agroklmatik untuk pertanian padi. Wilayah yang sebelumnya cocok untuk budidaya padi mengalami penurunan kesesuaian akibat perubahan curah hujan dan pola suhu.
2	The Fluctuation of Rice Production of Tidal Swampland on Climate Change Condition	(Khairullah et al., 2021)	Analisis dampak perubahan iklim terhadap produksi padi di lahan rawa pasang surut menggunakan data historis 1970-2010.	Fenomena El-Nino menyebabkan penurunan produksi padi sebesar - 4,08%, sementara La-Nina meningkatkan produksi sebesar 1,78%. Namun, produktivitas tetap menurun akibat dampak jangka panjang dari variabilitas iklim.
3.	Study of Rice Cropping Index Increasing on Dry Land in Malang-East Java	(Sihombing et al., 2019)	Eksperimen lapangan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) untuk menilai efektivitas indeks tanam padi lahan kering.	Dengan penerapan teknologi Integrated Crop Management (ICM), indeks tanam padi di lahan kering dapat ditingkatkan dari satu kali menjadi dua kali dalam setahun, dengan hasil panen tertinggi mencapai 6,36 ton/ha.

4	Rice Cultivation of Superior Variety in Swamps to Increase Food Security in Indonesia	(Paiman et al., 2020)	Studi eksperimental pada lahan rawa dengan penerapan varietas unggul padi (Inpara dan Inpari).	Penerapan varietas unggul padi di lahan rawa dapat meningkatkan produksi padi secara signifikan, mendukung ketahanan pangan, dan mengurangi ketergantungan pada lahan pertanian konvensional.
5	Development Status and Challenges of Organic Rice Farming in Indonesia	(Sujianto et al., 2020)	Analisis perkembangan pertanian padi organik dengan melihat data produksi dan tantangan implementasi.	Kandungan metil galat tertinggi (2,30%) ditemukan pada ekstrak gambir kualitas 3, sementara ekstrak kualitas rendah mengandung cemaran mikroba dan aflatoksin.
6	Antibacterial Activity of Purified Gambier (Uncaria Gambir Roxb.)	(Doni et al., 2022)	Analisis implementasi metode intensifikasi padi (SRI) dan dampaknya terhadap hasil panen serta kelestarian lingkungan.	Sistem intensifikasi padi (SRI) meningkatkan hasil panen hingga tiga kali lipat dibandingkan metode konvensional dan lebih ramah lingkungan karena mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia.
7	Improving Rice Productivity in Indonesia with Artificial Intelligence	(Liundi et al., 2019)	Penggunaan kecerdasan buatan (AI) dalam pertanian padi untuk meningkatkan efisiensi produksi.	AI membantu dalam mendeteksi hama, memprediksi waktu tanam optimal, serta meningkatkan produktivitas lahan melalui sistem otomatisasi dan pemantauan cuaca.

4. Bagaimana keadaan dan perkembangan agroindustri pestisida di

Kabupaten Pak-Pak Bharat.

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1	Research Innovation to Support the Commercialization of Biopesticides in Indonesia	(Supriadi, 2016)	Analisis kebijakan dan regulasi terkait perkembangan industri biopestisida di Indonesia.	Jumlah formulasi biopestisida di Indonesia masih sangat terbatas (hanya 30 dari 2475 formulasi yang terdaftar). Permentan No.39/Permentan/SR.330/7/2015 dikeluarkan untuk mendorong komersialisasi biopestisida dengan penyederhanaan regulasi pendaftaran.

2	The Role of the Agroindustry in the Sustainable Development Goals (SDGs)	(Lestari & faisal, 2022)	Penelitian kualitatif tentang peran agroindustri dalam pencapaian SDGs.	Agroindustri memainkan peran penting dalam ekonomi berkelanjutan, tetapi membutuhkan dukungan kebijakan untuk meningkatkan efisiensi produksi.
3.	Analysis of Development of Small, Micro, and Medium Enterprises (SMEs) on Agroindustry in Banyumas Regency	(Firdaus, 2018)	Studi lapangan kualitatif terhadap UMKM agroindustri di Banyumas.	UMKM agroindustri masih menghadapi keterbatasan modal, teknologi, dan akses pasar, tetapi memiliki potensi pertumbuhan jika mendapat dukungan kebijakan.
4	The Mapping of Agroindustry Based on Cassava	(Fitriani et al., 2018)	Analisis deskriptif statistik terhadap agroindustri berbasis singkong di Indonesia.	Agroindustri berbasis singkong memberikan dampak ekonomi positif dan mendukung pertumbuhan ekonomi daerah, tetapi perlu penguatan rantai pasok..
5	Involvement of Government Institutions in Agroindustrial Development: A Case of Fruit Processing Industries in East Java, Indonesia	(Suryaningrat, 2014)	Survei purposif terhadap enam distrik di Jawa Timur.	Keterlibatan pemerintah dalam pengembangan agroindustri masih terbatas karena anggaran yang rendah dan kebijakan yang tidak konsisten.
6	Production Function and Efficiency of Indonesian Fisheries Agroindustry	(Ningrum al., 2019)	et Model produksi frontier stokastik untuk menilai efisiensi produksi agroindustri perikanan.	Agroindustri perikanan di Indonesia masih memiliki peluang untuk meningkatkan efisiensi produksi melalui inovasi manajemen dan teknologi.
7	Designing Model for the Development of Sustainable Small Coffee Agroindustry	(Wardhana et al., 2023)	Model sistem pendukung keputusan (DSS) untuk pengembangan agroindustri kopi.	Model DSS membantu menentukan strategi pengembangan agroindustri kopi secara berkelanjutan dengan memperhitungkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan.

5. Bagaimana potensi agroindustri pestisida untuk menghasilkan

produk turunan dari tanaman gambir di Kabupaten Pak-Pak Bharat.

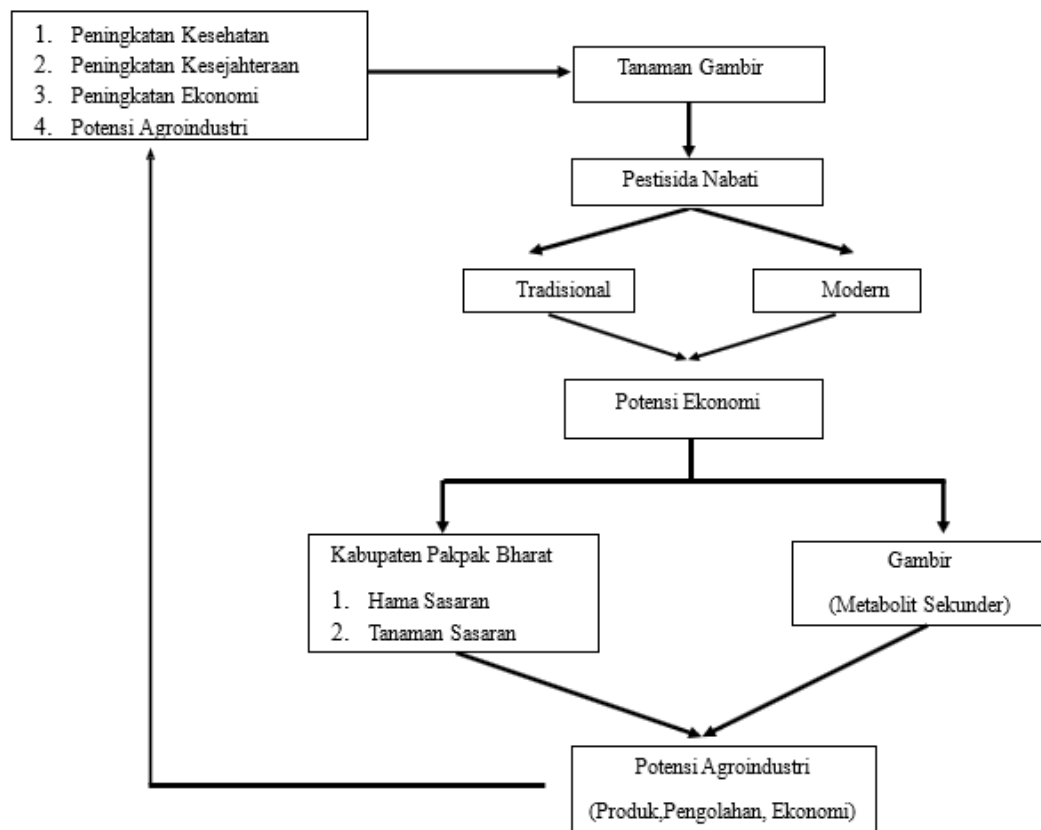
No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
----	------------------	---------------	--------	------------------

1	Identification of Bioactive Compounds in Gambier (<i>Uncaria gambir</i>) Liquid By-Product in West Sumatra, Indonesia	(Ismail et al., 2021)	Analisis senyawa bioaktif menggunakan FTIR dan LC- MS/MS QTOF untuk mengidentifikasi komponen aktif Dalam limbah cair gambir.	Ditemukan 27 senyawa aktif dalam limbah cair gambir, termasuk flavonoid seperti quercetin dan epigallocatechin, yang memiliki potensi sebagai bahan baku pestisida nabati.
2	Molecular Identification of <i>Uncaria gambir</i> [Hunter] Roxb. Through DNA Barcoding	(Wardi et al., 2021)	Analisis DNA barcoding dengan ITS4 dan ITS5 untuk mengidentifikasi variasi genetik gambir.	Ditemukan dua varietas gambir yang berbeda secara genetik, yang dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian bioaktivitas untuk pestisida nabati
3.	Genotypic Identification and Catechin Profiling of <i>Uncaria gambir</i> in West Sumatra, Indonesia	(Wardi et al., 2024)	Analisis genetika menggunakan SRAP marker dan profiling katekin menggunakan HPLC.	Genotipe Mancik memiliki konsentrasi katekin tertinggi, yang dapat dijadikan acuan dalam seleksi varietas gambir untuk agroindustri pestisida nabati.
4	Total Phenol and Antioxidant Activity of Ethanol Extract and Water Extract from Claw <i>Uncaria gambir</i> Roxb	(Hartanti et al., 2021)	Analisis laboratorium terhadap kandungan fenol total dan aktivitas antioksidan ekstrak gambir.	Ekstrak air dan etanol gambir memiliki kandungan fenol tinggi dengan IC50 masing- masing 39,57 µg/mL dan 65,14 µg/mL, menunjukkan potensi penggunaan dalam industri pestisida nabati.
5	Bioactivity Test of Gambir (<i>Uncaria Gambir</i> Roxb) Processing Waste As an Environmentally Friendly Alternative for Pest Control Using Nano Technology	(Hamid et al., 2024)	Eksperimen laboratorium dengan uji aktivitas insektisida berbasis nanoemulsi dari limbah gambir.	Limbah gambir yang diolah menjadi nanoemulsi memiliki potensi sebagai insektisida alami yang efektif terhadap <i>Crocidolomia pavonana</i> dengan LC50 0,22 (limbah padat) dan 0,29 (limbah cair).
6	Cytotoxic Activity of GambierLeaf (<i>Uncaria gambir</i>) Ethyl Acetate Extract on Mouse Embryonic Fibroblast Cell (NIH-3T3) using MTT Assay	(Pramanik et al., 2023)	Uji sitotoksitas menggunakan metode MTT Assay pada sel fibroblas NIH-3T3.	Ekstrak etil asetat gambir memiliki kandungan katekin tertinggi dan menunjukkan efek sitotoksik yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan pestisida nabati berbasis bioaktif.
7	Biodiversity and Antibacterial Activities of	(Palupi et al., 2023)	Isolasi dan karakterisasi jamur endofit	Sebanyak 27 jenis jamur endofit ditemukan dalam jaringan tanaman gambir, di mana 12 di

Endophytic Fungi Associated with Uncaria gambir (Hunter) Roxb. Var. Udang From Jasinga, Bogor, Indonesia	menggunakan uji antibakteri terhadap E. coli, B. subtilis, S. aureus, dan M. luteus.	antaranya memiliki aktivitas antibakteri yang berpotensi digunakan dalam pengembangan bio-pestisida.
--	---	---

Kerangka Pemikiran

Kerangka berpikir atau kerangka pemikiran adalah dasar pemikiran dari penelitian yang disintesis dari fakta-fakta, observasi dan kajian kepustakaan. Oleh karena itu, kerangka berpikir memuat teori, dalil atau konsep-konsep yang akan dijadikan dasar dalam penelitian. Di dalam kerangka pemikiran variabel-variabel penelitian dijelaskan secara mendalam dan relevan dengan permasalahan yang diteliti, sehingga dapat dijadikan dasar untuk menjawab permasalahan penelitian (Syahputri et al., 2023). Berikut ini adalah kerangka pemikiran yang telah disusun oleh peneliti:



Gambar 3. Kerangka Berpikir Penelitian

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian ini sepenuhnya menggunakan data sekunder dengan pendekatan metodologis yang disesuaikan untuk setiap rumusan masalah. Untuk rumusan pertama mengenai sebaran area produksi tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat, digunakan metode deskriptif kuantitatif dengan analisis data statistik dari sumber-sumber resmi seperti BPS dan dinas pertanian. Rumusan kedua tentang kandungan metabolit sekunder dianalisis menggunakan systematic literature review dengan pendekatan PRISMA-P untuk menghimpun hasil-hasil penelitian terdahulu. Rumusan ketiga terkait keadaan budidaya tanaman padi dianalisis secara deskriptif kualitatif berdasarkan literatur dan laporan dokumentatif. Selanjutnya, rumusan keempat tentang perkembangan agroindustri pestisida dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif melalui telaah dokumen, laporan instansi, dan studi pustaka. Sementara itu, rumusan kelima mengenai potensi produk turunan gambir sebagai pestisida nabati dianalisis secara eksploratif kualitatif menggunakan data sekunder yang dianalisis dengan kerangka strategis seperti RBV, Porter's Five Forces, dan SWOT.

Metode Penentuan Lokasi

Metode yang digunakan dalam penentuan lokasi penelitian adalah metode *purposive*, yaitu pemilihan lokasi secara sengaja berdasarkan pertimbangan tertentu. Kabupaten Pakpak Bharat, Sumatera Utara, dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu daerah penghasil gambir dengan luas lahan yang signifikan serta memiliki potensi besar dalam pengembangan produk turunan gambir sebagai pestisida nabati. Daerah ini dinilai strategis untuk pengembangan

agroindustri berbasis gambir, mengingat kandungan bioaktifnya yang berperan dalam pengendalian hama secara alami serta potensinya dalam meningkatkan nilai tambah ekonomi bagi petani gambir di wilayah tersebut.

Jenis dan Sumber data

Jenis Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber yang relevan. Jenis data yang digunakan terdiri dari data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif mencakup informasi mengenai luas lahan dan produksi tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat, yang diperoleh dari laporan Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara. Selain itu, data mengenai kandungan metabolit sekunder dalam tanaman gambir yang diperoleh dari penelitian terdahulu juga termasuk dalam kategori ini, serta data terkait produksi dan perkembangan agroindustri pestisida nabati berbasis gambir. Sementara itu, data kualitatif mencakup informasi mengenai sistem budidaya tanaman gambir yang masih dilakukan secara tradisional, serta kajian mengenai pengembangan agroindustri pestisida nabati berbasis gambir yang berpotensi meningkatkan nilai tambah ekonomi bagi petani di Kabupaten Pakpak Bharat.

Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari berbagai literatur yang kredibel. Data kuantitatif mengenai luas lahan dan produksi gambir diperoleh dari laporan Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara, serta laporan dari Dinas Pertanian Sumatera Utara terkait perkembangan sektor pertanian dan agroindustri gambir. Selain itu, data mengenai kandungan senyawa bioaktif dalam gambir dan pemanfaatannya dalam pestisida nabati dikumpulkan dari artikel ilmiah dan

penelitian terdahulu yang diterbitkan di berbagai jurnal nasional dan internasional. Untuk data kualitatif, penelitian ini juga mengacu pada buku dan literatur terkait yang membahas budidaya gambir dan aplikasi senyawa aktifnya dalam pengendalian hama alami. Selain itu, artikel dan laporan dari sumber digital dan basis data akademik seperti Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, serta ResearchGate juga digunakan untuk melengkapi data yang diperlukan dalam penelitian ini. Dengan memanfaatkan data sekunder yang berasal dari sumber-sumber ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai potensi gambir sebagai pestisida nabati di Kabupaten Pakpak Bharat.

Tipe dan Pengukuran Data

Tipe data dalam penelitian ini terdiri dari data kuantitatif dan data kualitatif, yang masing-masing memiliki metode pengukuran yang berbeda sesuai dengan karakteristik informasi yang dikumpulkan. Data kuantitatif dalam penelitian ini mencakup angka-angka atau variabel yang dapat diukur secara numerik dan dianalisis dengan metode statistik. Beberapa contoh data kuantitatif yang digunakan adalah luas lahan dan produksi gambir di Kabupaten Pakpak Bharat yang diukur dalam hektar dan ton, serta kandungan metabolit sekunder seperti katekin, tanin, dan flavonoid yang diukur dalam persen atau mg/L. Data ini menggunakan skala rasio, karena memiliki nol absolut dan memungkinkan perbandingan secara proporsional. Selain itu, efektivitas pestisida nabati berbasis gambir dalam mengendalikan hama juga diukur dalam persentase keberhasilan, yang termasuk dalam skala rasio karena menunjukkan nilai absolut yang dapat dianalisis secara statistik.

Sementara itu, data kualitatif dalam penelitian ini berbentuk deskripsi dan narasi yang diperoleh dari studi literatur dan analisis konseptual. Data ini mencakup informasi tentang metode budidaya tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat, yang dikategorikan berdasarkan sistem pertanian yang digunakan, seperti tradisional atau modern. Pengukuran data ini menggunakan skala nominal, karena hanya membedakan kategori tanpa urutan tertentu. Selain itu, persepsi petani terhadap pemanfaatan gambir sebagai pestisida nabati diukur berdasarkan tingkat kepuasan atau preferensi, menggunakan skala ordinal, yang memiliki tingkatan seperti sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Tantangan dalam pengembangan agroindustri pestisida berbasis gambir juga dianalisis secara deskriptif berdasarkan studi literatur dan tidak memiliki skala pengukuran numerik, tetapi dikategorikan secara konseptual. Dengan menggunakan kombinasi data kuantitatif dan kualitatif, penelitian ini dapat memberikan analisis yang lebih komprehensif mengenai potensi gambir sebagai pestisida nabati serta dampaknya terhadap sektor pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan studi pustaka (*literature review*), mengulas referensi, mengkaji ulang literatur yang telah ada dan relevan (Hadi & Afandi, 2021). Peneliti mengumpulkan berbagai informasi dan data dari sumber-sumber sekunder yang telah tersedia, baik dalam bentuk dokumen resmi, laporan instansi pemerintah (seperti BPS Sumatera Utara, Dinas Pertanian, dan Dinas Kesehatan), artikel jurnal nasional dan internasional, serta buku-buku ilmiah yang relevan. Teknik ini digunakan karena penelitian bersifat deskriptif dan tidak melakukan survei lapangan secara langsung,

melainkan memanfaatkan data yang telah tersedia untuk dianalisis secara sistematis. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat menggali informasi yang komprehensif mengenai topik yang dikaji, khususnya mengenai potensi produk turunan tanaman gambir sebagai produk herbal di Kabupaten Pakpak Bharat.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan kombinasi analisis deskriptif dan metode PRISMA-P (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols) Analisis deskriptif digunakan untuk menjawab rumusan masalah pertama, ketiga, keempat, dan kelima. Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan karakteristik data yang diperoleh dari berbagai sumber terkait sebaran area produksi tanaman gambir, kondisi budidaya tanaman padi, perkembangan agroindustri pestisida, serta potensi agroindustri pestisida berbasis produk turunan gambir di Kabupaten Pakpak Bharat. Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), jurnal ilmiah, dan laporan penelitian terdahulu akan diolah secara sistematis untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi yang sudah ada dan potensi pengembangannya.

Sementara itu, untuk menjawab rumusan masalah kedua mengenai kandungan metabolit sekunder dalam tanaman gambir, digunakan analisis PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). PRISMA adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menyeleksi, dan mensintesis hasil dari berbagai studi yang relevan dalam tinjauan sistematis atau meta-analisis. PRISMA dirancang untuk memastikan transparansi dan ketelitian dalam pelaksanaan penelitian, serta untuk membantu peneliti dalam melaporkan hasil mereka secara terstruktur. Berikut penjelasan lebih rinci tentang

metode analisis data dengan dasar PRISMA:

1. Identifikasi (Identification):

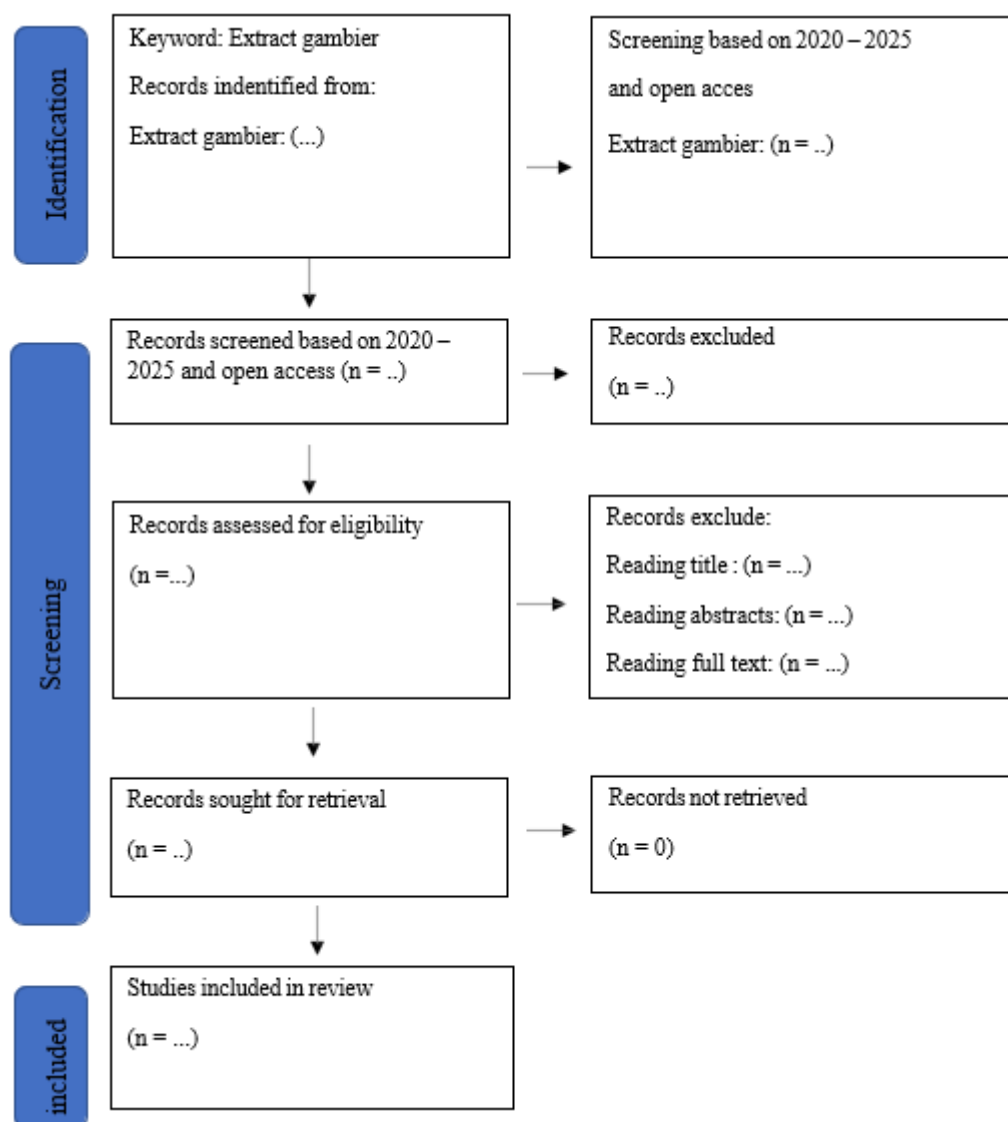
Pada tahap ini, peneliti mencari dan mengumpulkan semua literatur atau studi yang relevan dengan topik penelitian dari berbagai sumber seperti database akademik, jurnal ilmiah, konferensi, dan sumber lainnya. Pencarian ini dilakukan dengan menggunakan kata kunci yang spesifik dan strategi pencarian yang telah dirancang sebelumnya. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mendapatkan sebanyak mungkin referensi yang berkaitan dengan topik penelitian.

2. Penyaringan (Screening):

Setelah semua studi yang relevan diidentifikasi, langkah berikutnya adalah menyaring atau menyeleksi studi tersebut berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada tahap ini, peneliti akan mengeliminasi duplikasi dan menyingkirkan studi yang tidak relevan atau tidak memenuhi kriteria kualitas yang diperlukan. Penyaringan biasanya dilakukan melalui evaluasi judul, abstrak, dan kemudian teks lengkap dari studi yang tersisa.

3. Inklusi (Included):

Tahap akhir adalah inklusi, di mana studi yang lolos penyaringan dan memenuhi kriteria dimasukkan dalam analisis akhir. Studi ini dianalisis secara mendalam, dan hasilnya digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menyimpulkan topik yang dibahas. Proses ini memastikan hanya studi yang paling relevan dan berkualitas tinggi yang mempengaruhi hasil penelitian.



Gambar 4. Diagram Prisma

Hasil dari analisis deskriptif dan PRISMA akan disajikan dalam bentuk tabel, diagram, dan narasi analitis. Data kuantitatif akan ditampilkan dalam bentuk tabel statistik yang menggambarkan tren dan pola dari luas lahan gambir, produksi tahunan, serta efektivitas pestisida nabati berbasis gambir. Sementara itu, data kualitatif akan disajikan dalam bentuk deskripsi tematik yang merangkum temuan utama dari penelitian terdahulu serta peluang dan tantangan dalam pengembangan agroindustri berbasis gambir.

Tabel 4. Teknik Analisis

No	Rumusan Masalah	Tujuan	Data			Analisis	
			Jenis	Sumber	Pengumpulan	Jenis	Pengolahan
1	Bagaimana sebaran area produksi tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat?	Untuk mengetahui sebaran area produksi tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat	Sekunder	BPS, Dinas Pertanian Pakpak Bharat Sumatera Utara, artikel ilmiah.	Kajian Pustaka (Literature Review)	Deskriptif Kuantitatif	Statistik Deskriptif
2	Bagaimana kandungan metabolit sekunder yang terdapat dalam tanaman gambir?	Untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder yang terdapat dalam tanaman gambir	Sekunder	Sciendirect,	Kajian Pustaka (Literature Review)	Prisma P	Analisis Sintesis Literatur Dengan Pendekatan Systematic Review
3	Bagaimana keadaan budidaya tanaman padi di Kabupaten Pakpak Bharat?	Untuk mengetahui keadaan budidaya tanaman padi di Kabupaten Pakpak Bharat	Sekunder	BPS Sumatera Utara, artikel ilmiah.	Kajian Pustaka (Literature Review)	Deskriptif Kualitatif	Analisis Deskriptif
4	Bagaimana keadaan dan perkembangan agroindustri pestisida nabati di Kabupaten Pakpak Bharat?	Untuk mengetahui keadaan dan perkembangan agroindustri pestisida nabati di Kabupaten Pakpak Bharat	Sekunder	BPS Sumatera Utara, Google artikel ilmiah.	Kajian Pustaka (Literature Review)	Deskriptif Kualitatif	Analisis Deskriptif
5	Bagaimana potensi agroindustri pestisida nabati untuk menghasilkan produk turunan dari tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat.	Untuk mengetahui potensi agroindustri pestisida nabati untuk menghasilkan produk turunan dari tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat.	Sekunder dan primer	BPS Sumatera Utara, artikel ilmiah bu Dotthy simamora (Dinas Pertanian Pakpak Bharat), Siddik Kudadiri (Petani Gambir)	Kajian Pustaka (Literature Review)	Deskriptif Kualitatif	Analisis Deskriptif

Definisi Operasional:

1. Sebaran: Sebaran mengacu pada distribusi atau pola penyebaran suatu objek

dalam suatu wilayah tertentu. Dalam konteks ini, sebaran merujuk pada pola lokasi atau luas wilayah tempat tanaman gambir dibudidayakan di Kabupaten Pakpak Bharat.

2. Area: Area adalah suatu wilayah atau zona tertentu yang memiliki batas geografis. Dalam penelitian ini, area mengacu pada wilayah pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat yang digunakan untuk menanam gambir.
3. Produksi: Produksi adalah proses menghasilkan barang atau jasa dalam jumlah tertentu. Dalam konteks ini, produksi merujuk pada jumlah hasil panen tanaman gambir yang dihasilkan oleh petani di wilayah tersebut.
4. Tanaman: Tanaman adalah organisme hidup dari kelompok tumbuhan yang ditanam atau tumbuh secara alami. Dalam penelitian ini, tanaman merujuk pada jenis tumbuhan gambir (*Uncaria gambir* Roxb.).
5. Gambir: Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) adalah tanaman yang dikenal memiliki kandungan metabolit sekunder yang bermanfaat, terutama untuk keperluan industri seperti pestisida nabati dan obat herbal.
6. Kabupaten: Kabupaten adalah wilayah administratif yang lebih kecil dari provinsi dan dikelola oleh pemerintah daerah. Dalam penelitian ini, kabupaten yang menjadi lokasi penelitian adalah Kabupaten Pakpak Bharat.
7. Pakpak Bharat: Pakpak Bharat adalah salah satu kabupaten di Sumatera Utara yang dikenal sebagai daerah penghasil gambir, dengan luas lahan pertanian yang cukup signifikan untuk pengembangan produk turunan gambir.
8. Kandungan: Kandungan merujuk pada substansi atau unsur yang terdapat dalam suatu benda atau bahan. Dalam penelitian ini, kandungan mengacu pada senyawa kimia yang terdapat dalam tanaman gambir.

9. Metabolit sekunder: Metabolit sekunder adalah senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan yang tidak langsung berperan dalam pertumbuhan tetapi memiliki manfaat fungsional, seperti katekin dan tanin dalam gambir yang memiliki sifat sebagai pestisida alami.
10. Keadaan: Keadaan mengacu pada situasi atau kondisi tertentu dari suatu objek yang diamati. Dalam penelitian ini, keadaan merujuk pada kondisi budidaya dan pengelolaan tanaman padi di Kabupaten Pakpak Bharat.
11. Budidaya: Budidaya adalah proses penanaman dan pemeliharaan tanaman dengan teknik tertentu untuk meningkatkan hasil panen. Dalam konteks ini, budidaya mencakup cara petani menanam, merawat, dan memanen tanaman padi.
12. Tanaman padi: Tanaman padi (*Oryza sativa*) adalah salah satu tanaman pangan utama di Indonesia yang menjadi bahan baku beras dan mempengaruhi ketahanan pangan nasional.
13. Perkembangan: Perkembangan adalah proses perubahan atau kemajuan dari suatu kondisi ke kondisi yang lebih baik. Dalam penelitian ini, perkembangan merujuk pada peningkatan atau perubahan yang terjadi dalam industri pestisida nabati.
14. Agroindustri: Agroindustri adalah sektor industri yang mengolah hasil pertanian menjadi produk bernilai tambah. Dalam penelitian ini, agroindustri merujuk pada pengolahan tanaman gambir menjadi produk pestisida nabati.
15. Pestisida: Pestisida adalah zat yang digunakan untuk mengendalikan atau membunuh organisme pengganggu tanaman. Dalam penelitian ini, pestisida yang dimaksud adalah pestisida berbahan alami yang berasal dari ekstrak

gambir.

16. Agroindustri pestisida: kegiatan industri yang mengolah bahan pertanian menjadi produk pengendali hama dan penyakit tanaman untuk meningkatkan produktivitas pertanian.
17. Agroindustri pestisida Nabati: pengolahan bahan alami dari tumbuhan, seperti gambir, menjadi pestisida yang ramah lingkungan dan aman digunakan dalam pertanian.
18. Potensi: Potensi adalah kemampuan atau peluang suatu objek atau sumber daya untuk berkembang dan dimanfaatkan secara optimal. Dalam konteks ini, potensi mengacu pada kemungkinan pengembangan agroindustri pestisida berbasis gambir.
19. Potensi Agroindustri: kemampuan suatu wilayah atau komoditas untuk dikembangkan menjadi industri berbasis pertanian yang bernilai tambah dan berkelanjutan.
20. Potensi Agroindustri Pestisida Nabati: peluang pengembangan industri pengolahan pestisida alami dari tanaman seperti gambir, dilihat dari ketersediaan bahan baku dan permintaan pasar.
21. Menghasilkan: Menghasilkan berarti memproduksi atau menciptakan sesuatu dari suatu proses. Dalam penelitian ini, menghasilkan mengacu pada proses produksi pestisida dari ekstrak gambir.
22. Produk turunan: hasil olahan dari bahan baku utama yang telah melalui proses pengolahan atau modifikasi. Dalam penelitian ini, produk turunan merujuk pada ekstrak gambir yang digunakan sebagai bahan pestisida nabati.

DESKRIPSI UMUM DAERAH PENELITIAN

Karakteristik Lokasi Penelitian

Kabupaten Pakpak Bharat merupakan salah satu wilayah administratif di Provinsi Sumatera Utara yang resmi berdiri sejak 28 Juli 2003, setelah dimekarkan dari Kabupaten Dairi. Terletak di kaki Pegunungan Bukit Barisan, daerah ini dikenal dengan lanskap alamnya yang berbukit-bukit serta memiliki potensi besar di sektor pertanian dan perkebunan.

Secara geografis, Pakpak Bharat berada pada koordinat $2^{\circ}15'00'' - 3^{\circ}32'00''$ Lintang Utara dan $96^{\circ}00'00'' - 98^{\circ}31'00''$ Bujur Timur, dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah utara berbatasan langsung dengan Kabupaten Dairi,
- Di selatan berbatasan dengan Kabupaten Aceh Singkil dan Kabupaten Humbang Hasundutan,
- Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Toba Samosir,
- Sementara sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Aceh Singkil dan Kota Subulussalam (Provinsi Aceh).

Luas wilayahnya mencapai 1.121,83 km², yang terbagi ke dalam 8 kecamatan, yaitu Kecamatan Salak sebagai ibu kota, Kerajaan, Sitellu Tali Urang Jehe (STTU Jehe), Tinada, Siempat Rube, Sitellu Tali Urang Julu (STTU Julu), Pergetteng-Getteng Sengkut (PGGS), dan Pagindar. Total terdapat 52 desa, terdiri dari 50 desa swadaya dan 2 desa swakarsa, serta tersebar dalam 211 dusun. Wilayah ini berada pada ketinggian antara 700 hingga 1.500 meter di atas permukaan laut, yang membuat suhu udara relatif sejuk dan sangat mendukung untuk budidaya tanaman dataran tinggi seperti gambir (*Uncaria gambir*), yang menjadi fokus

penelitian ini. Selain itu, kabupaten ini dilalui oleh 26 aliran sungai dengan panjang antara 4 hingga 75 km yang berfungsi sebagai sumber air utama untuk kebutuhan pertanian dan masyarakat.

Iklim di Pakpak Bharat tergolong tropis dengan suhu udara rata-rata berkisar antara 18°C hingga 28°C, serta kelembaban udara yang cukup tinggi, yaitu antara 86% hingga 92%. Curah hujan pun cukup bervariasi, mulai dari 209 mm di bulan Februari hingga mencapai 4.267,5 mm pada bulan April.

Tabel 5. Luas Daerah Berdasarkan Kecamatan Kabupaten Pakpak Bharat

Kecamatan	Ibukota Kecamatan	Luas (km²)
Salak	Salak	237,58
Sitellu Tali Urang Jehe	Sibande	381,67
Pagindar	Pagindar	299,41
Sitellu Tali Urang Julu	Ulu Merah	88,25
Pergetteng Getteng Sengkut	Kecupak	65,70
Kerajaan	Sukarame	139,26
Tinada	Tinada	58,42
Siempat Rube	Jambu Rea	95,31
Pakpak Bharat		1.365,60

Sumber: BPS Kabupaten Pakpak Bharat 2024

Tabel diatas menunjukkan data mengenai luas wilayah dari setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Pakpak Bharat. Dari sembilan kecamatan yang tercantum, terlihat bahwa Sitellu Tali Urang Jehe merupakan kecamatan terluas dengan luas wilayah mencapai 381,67 km². Disusul oleh Kecamatan Pagindar seluas 299,41 km² dan Kecamatan Salak seluas 237,58 km². Sementara itu, kecamatan dengan wilayah terkecil adalah Pergetteng Getteng Sengkut dengan luas 65,70 km², kemudian Sitellu Tali Urang Julu yang luasnya 88,25 km². Jika dilihat secara keseluruhan, total luas wilayah Kabupaten Pakpak Bharat adalah 1.365,60 km².

Tabel 6. Luas Lahan Pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat Tahun 2020-2024

Tahun	Lahan Sawah (ha)	Lahan Kering (ha)	Total Lahan Pertanian (ha)
2020	1.310	99.000	100.310
2021	1.305	98.700	100.005
2022	1.300	98.400	99.700
2023	1.298	98.100	99.398
2024	1.296	97.900	99.196

Sumber: BPS Kabupaten Pakpak Bharat 2025

Berdasarkan Tabel 6 terkait luas lahan pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat selama periode 2020 hingga 2024, terlihat adanya penurunan secara perlahan pada total luas lahan pertanian. Pada tahun 2020, total lahan pertanian tercatat sebesar 100.310 hektar, namun angkanya menurun setiap tahunnya hingga mencapai 99.196 hektar pada tahun 2024. Penurunan ini tampak konsisten baik pada lahan sawah maupun lahan kering. Lahan sawah, misalnya, mengalami penurunan dari 1.310 hektar menjadi 1.296 hektar, sementara lahan kering menurun.

Tabel 7. Jenis dan Luas Lahan Pertanian di Kabupaten PakPak Bharat

No	Jenis Subsektor	Luas lahan (m ² / ha)				Relevansi
		2020	2021	2022	2023	
1	Pangan	7.512	7.512	7.512	7.512	☑
2	Hortikultura	300	350	400	420	×
3	Perkebunan	4.370	4.370	4.370	4.370	×
4	Peternakan	-	-	-	-	×
5	Perikanan	-	-	-	15,95	×

Berdasarkan Tabel Jenis dan Luas Lahan Pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat, Tanaman pangan, khususnya padi, menjadi tanaman utama dalam pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat. Ini dapat dilihat dari data yang menunjukkan bahwa luas lahan untuk tanaman pangan konsisten berada di angka 7.512 m²/ha setiap tahunnya sejak 2020 hingga 2023. Angka ini lebih tinggi dibandingkan subsektor

lain seperti hortikultura yang hanya mencapai 420 m²/ha, maupun perkebunan yang tetap di 4.370 m²/ha. Dominasi ini menunjukkan sangat pentingnya subsektor pangan dalam kehidupan masyarakat, baik sebagai sumber ekonomi maupun sebagai tumpuan kebutuhan pokok sehari-hari Masyarakat di Kabupaten Pakpak Bharat.

Padi, sebagai komoditas utama dalam subsektor pangan, memiliki kontribusi besar untuk mencukupi kebutuhan pangan di Kabupaten Pakpak Bharat dan menunjang pendapatan petani. Data dari BPS Sumatera Utara menunjukkan bahwa pada tahun 2022, luas panen padi sawah di Kabupaten Pakpak Bharat mencapai 3.225 hektar dengan produksi sebesar 13.493 ton gabah kering panen, atau setara dengan produktivitas sekitar 4,18 ton per hektar (BPS Sumatera Utara, 2023). Ini menunjukkan bahwa padi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Karena itulah, padi menjadi pilihan yang sangat tepat dalam penelitian ini untuk menguji pemanfaatan pestisida nabati berbasis gambir.

Tidak hanya sekadar tanaman pokok, padi juga merupakan jenis tanaman yang sangat rentan terhadap serangan hama. Oleh karena itu, penggunaannya dalam penelitian pestisida alami menjadi sangat relevan. penelitian oleh Dibisono et al. (2022) membuktikan bahwa ekstrak gambir pada konsentrasi 32% dapat membunuh 100% hama ulat api hanya dalam lima hari dan secara signifikan mengurangi kerusakan daun. Ini menunjukkan potensi besar gambir sebagai pestisida alami yang ramah lingkungan, yang tentunya sangat cocok diterapkan pada lahan padi yang luas dan berisiko tinggi terhadap gangguan hama.

Sosial Budaya Petani dan Pertanian di Kabupaten Pakpak Bharat

Tabel 8. Karakteristik Petani di Kabupaten Pakpak Bharat.

Kategori	Sub kategori	Data / keterangan	Karakteristik petani
Usia Petani	Usia produktif (15–59 tahun)	± 64,31% dari total penduduk	Mayoritas petani tergolong usia produktif (15–59 tahun)
	Usia non-produktif	± 35,69% dari total penduduk	± 35,69% dari total penduduk
Pendidikan Petani	Rata-rata lama sekolah	9,61 tahun (setara SMP kelas 3)	Rata-rata petani menempuh pendidikan hingga SMP
	Tidak / belum sekolah	23,06%	Sejumlah petani belum mengenyam pendidikan formal
	Tidak tamat SD	14,81%	Banyak petani putus sekolah sebelum tamat SD
	Tamat SD	17,57%	Sebagian besar petani berpendidikan rendah (SD)
	Tamat SMP	16,04%	Pendidikan menengah pertama umum di kalangan petani
	Tamat SMA	20,24%	Sebagian petani mengenyam pendidikan hingga SMA
	Diploma (D1–D3)	1,94%	Sedikit petani lulusan pendidikan tinggi vokasi
	Sarjana (S1 ke atas)	5,62%	Hanya sebagian kecil petani berlatar pendidikan tinggi

Petani di Kabupaten Pakpak Bharat memiliki peran besar dalam menopang kehidupan ekonomi lokal, terutama di wilayah pedesaan. Sebagian besar dari mereka menjalani kehidupan yang sederhana, bergantung pada lahan pertanian

yang diwariskan turun-temurun atau dikelola secara mandiri. Walaupun sektor pertanian merupakan sektor yang menopang Sebagian besar kehidupan Masyarakat, tantangan yang mereka hadapi cukup beragam, terutama dari sisi sumber daya manusia. Oleh karena itu, penting memahami karakteristik petani agar pengembangan program pertanian bisa lebih tepat sasaran.

Dari sisi usia, data tahun 2024 menunjukkan bahwa sekitar 64,31% penduduk Pakpak Bharat berada pada usia produktif, yaitu antara 15 hingga 59 tahun. Ini berarti sebagian besar petani berada di usia yang masih kuat bekerja, terbuka terhadap pembelajaran, dan memiliki kapasitas untuk meningkatkan produktivitas. Kelompok usia ini menjadi sangat strategis untuk dikembangkan karena mereka merupakan tulang punggung utama tenaga kerja sektor pertanian. Selain itu, kelompok petani muda di dalamnya memiliki potensi besar untuk menjadi agen perubahan jika didukung dengan pelatihan dan akses informasi yang baik.

Namun, usia produktif saja tidak cukup. Tingkat pendidikan juga sangat memengaruhi kemampuan petani dalam mengelola usahanya dan mengikuti perkembangan teknologi pertanian. Rata-rata lama sekolah di Kabupaten Pakpak Bharat adalah sekitar 9,61 tahun, atau setara dengan tingkat SMP kelas 3. Data distribusi pendidikan menunjukkan bahwa lebih dari 50% penduduk hanya menyelesaikan pendidikan hingga SD atau tidak tamat SD, sementara hanya sekitar 7,5% yang pernah mengenyam pendidikan tinggi seperti diploma atau sarjana. Hal ini mencerminkan bahwa mayoritas petani di daerah ini memiliki akses terbatas terhadap informasi teknis, terutama yang disampaikan dalam bahasa dan pendekatan yang terlalu akademis.

Kondisi pendidikan ini menjadi tantangan tersendiri dalam merancang inovasi pertanian. Meski begitu, harapan tetap ada. Sebuah studi lokal di Pakpak Bharat menemukan bahwa petani yang lebih muda dan memiliki pendidikan lebih tinggi menunjukkan kemampuan lebih baik dalam menyerap informasi dan menerapkan teknologi pertanian, seperti pengolahan limbah jagung menjadi pupuk organik. Ini menunjukkan bahwa dengan pendekatan yang tepat—menggunakan bahasa sederhana, metode praktik langsung, dan dukungan penyuluh yang aktif—bahkan petani dengan pendidikan terbatas pun bisa meningkatkan kapasitasnya.

Secara keseluruhan, petani di Kabupaten Pakpak Bharat berpotensi besar untuk berkembang. Mereka bekerja keras di tengah keterbatasan dan tetap menjaga keberlanjutan usaha tani mereka. Yang mereka butuhkan bukan sekadar bantuan teknis, tetapi juga pendekatan yang manusiawi seperti pelatihan yang tepat sasaran, penyuluhan yang sabar, serta akses terhadap informasi yang relevan dan mudah dipahami. Dengan memberikan perhatian lebih pada kelompok usia produktif dan memperhatikan latar belakang pendidikan mereka, kita bisa membantu menciptakan perubahan nyata di sektor pertanian Pakpak Bharat—yang tidak hanya berdampak pada produksi, tetapi juga pada kesejahteraan petani dan keluarganya dalam jangka panjang.

Masyarakat di Kabupaten Pakpak Bharat, Sumatera Utara, sangat bergantung pada sektor pertanian untuk kehidupannya. Kegiatan bertani di daerah ini tidak hanya sekadar urusan ekonomi, tetapi juga bagian dari cara hidup yang diwariskan turun-temurun. Komoditas yang dibudidayakan bervariasi, mulai dari padi, kopi, hingga gambir yang menjadi salah satu tanaman andalan karena nilai jualnya yang tinggi. Pertanian dikelola secara tradisional oleh keluarga, dengan

melibatkan semua anggota rumah tangga. Dalam kehidupan sehari-hari, bertani bukan hanya pekerjaan, tapi juga menjadi bagian dari diri masyarakat Pakpak Bharat (Bangun et al., 2021).

Nilai-nilai sosial dan budaya sangat erat dalam praktik pertanian di wilayah ini. Gotong royong masih menjadi tumpuan dalam berbagai kegiatan, seperti menanam dan memanen. Di beberapa desa, masih ditemukan tradisi adat sebelum turun ke ladang atau saat panen tiba—sebuah bentuk penghormatan kepada alam dan leluhur. Perempuan juga memegang peran penting, tidak hanya membantu di ladang, tetapi juga mengurus hasil panen dan menjualnya ke pasar. Keterlibatan mereka memperlihatkan bahwa pertanian di Pakpak Bharat dibangun atas dasar kerja sama, saling percaya, dan rasa tanggung jawab yang kuat dalam keluarga maupun komunitas (Sebayang, 2015).

Akan tetapi di balik semua kekayaan budaya itu, petani di Pakpak Bharat masih menghadapi banyak tantangan. Kebanyakan dari mereka belum memiliki akses terhadap teknologi modern dan masih bergantung pada metode bertani tradisional. Harga jual produk yang tidak stabil, serta tengkulak yang mendominasi dari segi penetapan harga. Inilah yang membuat pendapatan petani tidak sebanding dengan jerih payahnya. Padahal, data dari BPS menunjukkan produksi gambir terus meningkat pesat dalam lima tahun terakhir. Sayangnya, peningkatan ini belum sepenuhnya berdampak pada kesejahteraan petani karena kurangnya diversifikasi produk dan nilai tambah yang belum optimal (BPS Sumut, 2024).

Petani di Kabupaten Pakpak Bharat masih banyak menggunakan alat pertanian sederhana seperti cangkul, sabit, dan garu dalam kegiatan bercocok

tanam. ini disebabkan oleh adanya keterbatasan dalam pelayanan penyuluhan pertanian dan kurangnya akses terhadap alat dan teknologi modern. Penelitian yang dilakukan di Desa Kuta Tinggi, Kecamatan Salak, Kabupaten Pakpak Bharat menunjukkan bahwa layanan penyuluhan pertanian lapangan (PPL) belum berjalan optimal. Kelompok tani di daerah ini mengalami kegagalan panen, seperti pada komoditas bawang merah, yang disebabkan oleh rendahnya keterlibatan PPL dalam memberikan pendampingan teknis dan edukasi terkait penggunaan alat pertanian modern (Ameliany & Sjafruddin, 2024). Tidak hanya alat manual, sebenarnya beberapa petani mulai mengenal dan mencoba alat pertanian mesin seperti traktor tangan (hand tractor), alat penyemprot otomatis, dan pompa air. Namun, pemanfaatannya masih sangat rendah karena kurangnya pelatihan dari instansi terkait sehingga itu menjadi salah satu kendala yang dialami oleh para petani di Kabupaten Pakpak Bharat.

Untuk komoditas utama seperti padi dan jagung, para petani di Kabupaten Pakpak Bharat biasanya menggunakan pupuk bersubsidi antara lain urea yang membantu tanaman tumbuh subur dengan daun yang lebat, dan Phonska, yang merupakan pupuk campuran lengkap (NPK) untuk menunjang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Ada juga SP-36 yang bagus untuk pembentukan akar, dan ZA yang bisa memperkuat batang serta mempercepat pertumbuhan. Di beberapa kasus, petani juga menggunakan pupuk NPK khusus sesuai jenis tanaman. Semua pupuk ini dibagikan sesuai kebutuhan kelompok tani.

Kemudian pada subsektor hortikultura tanaman seperti cabai, kentang, tomat, dan bawang merah, para petani sudah banyak menggunakan pupuk organik, baik yang padat maupun cair. Setelah itu, pada subsektor perkebunan masyarakat

banyak mengembangkan tanaman seperti gambir, kopi, karet, kelapa, tembakau, lada, dan beberapa komoditas unggulan lainnya. petani perkebunan menggunakan pupuk NPK, SP-36, atau kompos organik untuk menjaga kualitas tanah dan hasil panen. Banyak juga yang memanfaatkan pupuk dari limbah ternak atau sisa tumbuhan.

Industri Pestisida di Sumatera Utara

Tabel 9. Industri Pestisida di Sumatera Utara

Skala	Perusahaan	Lokasi	Jenis Aktivitas	Keterangan	Sumber
Besar	Santani	Sumatera Utara	Produksi & distribusi pestisida dan pupuk	Perusahaan agrochemical lokal sejak 1986, menyediakan pestisida dan pupuk ramah lingkungan.	santani.id
Besar	PT Pupuk Iskandar Muda	Deli Serdang	Distribusi pestisida melalui Agro Solution	Menyediakan paket pestisida ke kelompok tani; bukan produsen pestisida langsung.	pim.co.id
Besar	PT PP London Sumatra Indonesia (Lonsum)	Deli Serdang	Distribusi pestisida untuk kemitraan sawit	Menyalurkan pestisida seperti <i>Marshal 5G</i> kepada petani mitra dalam program kemitraan sawit.	idntimes
Menengah / Kecil	PT Bintang Petani Agro Mandiri	Pematang Siantar	Distributor pestisida, pupuk, herbisida	Menyediakan berbagai produk pestisida dan herbisida untuk petani lokal.	indotrading
Menengah / Kecil	CV Citra Agro Sejati	Deli Serdang	Distributor pestisida dan pupuk	Distributor lokal yang menyediakan berbagai merk pestisida untuk pertanian wilayah sekitar.	daftar.co

Menengah / Kecil	CV Graha Mulia	Langkat	Distributor pestisida	Perusahaan kecil yang menjual pestisida kimia ke petani skala kecil dan menengah.	daftar.co
Menengah / Kecil	PT Petrosida Gresik (cabang)	Tanjung Morawa	Agen pestisida nasional	Distributor resmi produk pestisida milik BUMN Pupuk Indonesia di Sumatera Utara.	petrosida.com
Menengah / Kecil	CV Bahana Mandiri	Medan & Asahan	Agen penjualan agrochemical	Agen pestisida yang mendistribusikan produk pestisida dan nutrisi tanaman untuk wilayah timur Sumut.	daftar.co

Berdasarkan tabel diatas maka kita dapat mengetahui bahwa Industri pestisida skala besar di Sumatera Utara kebanyakan tidak didominasi oleh pabrik pembuat pestisida, melainkan oleh perusahaan-perusahaan besar yang berperan sebagai penyalur atau penyedia dalam sistem pertanian. contohnya, perusahaan lokal seperti Santani telah lama menyediakan pupuk dan pestisida yang ramah lingkungan untuk para petani. Selain itu, PT Pupuk Iskandar Muda (PIM) juga ikut ambil bagian dalam mendistribusikan pestisida melalui program Agro Solution, terutama untuk petani di daerah seperti Deli Serdang. Meskipun mereka bukan produsen langsung, perusahaan-perusahaan besar ini punya peran penting dalam mendukung pertanian lewat penyediaan sarana produksi yang lengkap.

Perusahaan perkebunan seperti PT London Sumatra Indonesia (Lonsum) pun tidak ketinggalan. Mereka aktif membantu petani mitra dalam bentuk pemberian pestisida untuk lahan sawit, sebagai bagian dari pola kemitraan. Ini menunjukkan bahwa perusahaan besar tak hanya sekadar menggunakan pestisida untuk keperluan sendiri, tetapi juga turut memastikan petani binaannya mendapat

dukungan yang dibutuhkan untuk menjaga produktivitas. Dengan kata lain, mereka hadir sebagai bagian dari sistem pertanian yang menyatu, di mana keberhasilan petani juga menjadi tanggung jawab bersama.

Di sisi lain, para pelaku usaha menengah dan kecil justru menjadi penghubung langsung antara pestisida dan petani di lapangan. Perusahaan-perusahaan seperti PT Bintang Petani Agro Mandiri di Pematang Siantar, serta sejumlah CV lainnya di Medan, Langkat, dan Deli Serdang, bertindak sebagai distributor utama. Mereka menjual berbagai jenis pestisida dan herbisida ke petani melalui toko-toko pertanian atau jaringan agen. Kehadiran mereka sangat dibutuhkan karena merekalah yang memastikan produk benar-benar sampai ke tangan petani—tepat waktu dan sesuai kebutuhan.

Usaha menengah dan kecil ini punya keunggulan dalam hal kedekatan dengan petani. Mereka lebih peka terhadap jenis tanaman yang ditanam petani setempat, hama yang sering muncul, dan kondisi lahan yang dihadapi. Peran mereka sebagai jembatan antara produsen dan pengguna akhir membuat rantai distribusi pestisida di Sumatera Utara berjalan lancar. Dengan kerja sama antara perusahaan besar yang menjangkau dalam skala luas dan distributor kecil yang dekat dengan kebutuhan harian petani, sistem ini menjadi lebih hidup dan responsif terhadap kondisi lapangan.

Industri Pestisida Nabati di Sumatera Utara

Tabel 10. Industri Pestisida Nabati di Sumatera Utara

No	Lokasi	Skala Produksi	Pembuat	Bahan yang digunakan	Sumber
1	Tanjung Rejo, Percut Sei	Skala rumah tangga / petani	Petani lokal + Ditjenbun Medan	Serai wangi (minyak atsiri)	Ditjenbun

	Tuan, Deli Serdang				
2	Karang Anyar, Beringin, Deli Serdang	Skala petani kecil	Mahasiswa & Dosen UISU	Daun pepaya, daun kemangi	UISU Jurnal
3	Medan Amplas, Kota Medan	Komunitas petani / eksperimen	Petani lokal + akademisi	Bawang putih, kenikir, serai, daun sirsak	Jurnal Janabadra
4	Medan Tuntungan, Simpang Selayang	Petani lokal / eksperimen lapangan	Petani jagung + mahasiswa USI	Daun nimba, batang serai, kunyit	Jurnal USI
5	Desa Hutanamale, Sorik Merapi, Mandailing Natal	Kelompok tani + akademisi	Universitas Sumatera Utara (USU)	Nimba, lengkuas, bawang putih, dll + penggunaan paranet	USU
6	Gudang Bulog Medan	Skala laboratorium	Universitas Muhammadiyah Sumut (UMSU)	Bawang putih, daun pandan, serai	AGRITECH UMP

Berdasarkan tabel diatas dapat kita ketahui bahwa Penggunaan pestisida nabati di Sumatera Utara semakin banyak diterapkan oleh petani, terutama dalam skala kecil yang ramah lingkungan. Di Desa Tanjung Rejo, Kabupaten Deli Serdang, misalnya, para petani memanfaatkan serai wangi yang mudah ditemukan di sekitar mereka sebagai bahan utama untuk membuat pestisida alami. Cara ini dinilai lebih aman dan murah dibandingkan dengan pestisida kimia. Hal serupa juga dilakukan di Dusun Karang Anyar, Kecamatan Beringin, di mana para petani dibimbing oleh dosen dan mahasiswa dari Universitas Islam Sumatera Utara (UISU) untuk memanfaatkan daun pepaya dan kemangi sebagai bahan pestisida buatan sendiri.

Di Kota Medan, inisiatif yang sama juga tumbuh melalui kerja sama antara petani dan kalangan akademisi. Di Medan Amplas, berbagai bahan seperti bawang

putih, bunga kenikir, serai, dan daun sirsak diolah secara sederhana menjadi pestisida nabati yang digunakan oleh para petani dalam kegiatan harian mereka. Di wilayah Medan Tuntungan, khususnya oleh petani jagung, bahan seperti daun nimba dan kunyit juga digunakan dalam percobaan lapangan yang melibatkan mahasiswa dari Universitas Simalungun (USI). Pendekatan ini menunjukkan bahwa kolaborasi lokal mampu menciptakan solusi sederhana namun berdampak nyata bagi pertanian.

Di tempat lain, tepatnya di Desa Hutnamale, Kabupaten Mandailing Natal, Universitas Sumatera Utara (USU) menjalankan program pelatihan bagi kelompok tani. Tidak hanya diajarkan cara membuat pestisida dari bahan-bahan alami seperti lengkuas dan bawang putih, petani juga diperkenalkan pada penggunaan paranet untuk melindungi tanaman dari serangan hama. Program ini menjadi bukti bahwa pertanian berkelanjutan bisa dimulai dari edukasi sederhana yang disesuaikan dengan kondisi masyarakat desa.

Sementara itu, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) juga aktif dalam mengembangkan pestisida nabati. Penelitian mereka dilakukan di Gudang Bulog Medan, menggunakan bahan seperti bawang putih dan pandan untuk mengendalikan hama penyimpanan. Ini menunjukkan bahwa manfaat pestisida nabati tidak terbatas di lahan pertanian, tetapi juga bisa diterapkan di gudang penyimpanan hasil panen.

Melihat berbagai inisiatif tersebut, dapat disimpulkan bahwa pestisida nabati di Sumatera Utara masih berkembang di tingkat akar rumput—belum ada perusahaan besar yang memproduksinya secara massal. Namun upaya-upaya kecil ini mencerminkan semangat besar dari petani, mahasiswa, dan dosen dalam

menjaga kesehatan tanah dan lingkungan. Jika praktik ini terus didorong, bukan tidak mungkin Sumatera Utara bisa menjadi pelopor pertanian alami dan berkelanjutan di Indonesia.

Pengguna Pestisida Nabati Di Kabupaten Pakpak Bharat

tabel 11. Pengguna Pestisida Nabati Di Kabupaten Pakpak Bharat

No	Sub Sektor	Pengguna	Fokus
1	Tanaman Pangan & Palawija	☑	☑
2	Hortikultura	☑	X
3	Perkebunan	☑	X
4	Peternakan	X	X
5	Perikanan	X	X

Berdasarkan tabel diatas, penelitian ini memfokuskan penggunaan pestisida nabati pada subsektor tanaman pangan, khususnya tanaman padi, karena padi merupakan komoditas utama yang sangat vital bagi masyarakat, baik sebagai sumber pangan pokok maupun sebagai penopang ekonomi petani di Kabupaten Pakpak Bharat. Tanaman padi memiliki tingkat serangan hama yang cukup tinggi, sehingga memerlukan perlindungan yang berkelanjutan namun tetap aman bagi lingkungan dan kesehatan petani. Di sinilah pentingnya peran pestisida nabati, yang lebih ramah lingkungan dibandingkan pestisida kimia sintetis.

Tidak hanya itu, sektor tanaman pangan, khususnya padi, memiliki cakupan lahan yang luas dan merupakan kegiatan pertanian yang paling umum dilakukan masyarakat setempat. Dengan kata lain, jika pestisida nabati berhasil diterapkan secara optimal pada tanaman padi, maka dampaknya akan langsung didapatkan oleh sebagian besar petani. Pendekatan ini dapat menjadi langkah awal yang baik untuk membangun kesadaran petani terhadap pentingnya pertanian ramah lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Area Produksi Tanaman Gambir Di Kabupaten Pak-Pak Bharat.

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Pakpak Bharat serta Badan Pusat Statistik (BPS), tanaman gambir tersebar di sejumlah kecamatan dengan luas lahan yang beragam sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 8.

Tabel 12. Luas Areal Tanaman Gambir di Kabupaten Pakpak Bharat Tahun 2020-2024

Kecamatan	Luas Areal Tanaman (ha)				
	2020	2021	2022	2023	2024
Salak	144	115,62	130	123	250
Sitellu Tali Urang Jehe	249	386,18	850	867,5	932
Pagindar	0	0	4	14	14
Sitellu tali urung julu	0	0	0	1	1
Pergetteng-getteng sengkut	134	307,43	315	25	350
Kerajaan	58,5	75,34	38,5	55	50
Tinada	27	54,5	20	14	25
Siempat rube	0	0	0,5	1,5	1,5
Kabupaten Pakpak Bharat	612,5	939,07	1.358	1.101	1.623,5

Sumber : BPS Sumut 2025

Tabel tersebut menggambarkan perkembangan areal tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat selama periode 2020 hingga 2024. Meskipun terjadi fluktuasi, tren luas areal secara umum menunjukkan peningkatan. Pada tahun 2020, luas total mencapai 612,5 hektar dan melonjak menjadi 939,07 hektar di tahun 2021. Tren positif ini berlanjut dengan kenaikan menjadi 1.358 hektar pada tahun

2022. Namun, pada tahun 2023 terjadi penurunan ke angka 1.101 hektar sebelum kembali naik secara signifikan ke 1.623,5 hektar pada tahun 2024.

Kecamatan Sitellu Tali Urang Jehe menjadi kontributor terbesar dalam perluasan lahan tanaman gambir, dengan peningkatan yang mencolok dari 249 hektar pada tahun 2020 menjadi 932 hektar di tahun 2024. Peningkatan ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut telah berkembang menjadi pusat utama produksi gambir. Di sisi lain, Kecamatan Salak juga mengalami peningkatan signifikan dalam luas areal pada tahun 2024, yaitu dari 123 hektar menjadi 250 hektar. Sementara itu, kecamatan seperti Pagindar, Sitellu Tali Urung Julu, dan Siempat Rube baru mulai mengembangkan budidaya gambir dalam beberapa tahun terakhir, sebagaimana terlihat dari tidak adanya data sebelumnya dan mulai munculnya angka sejak tahun 2022.

Kecamatan Pergetteng-getteng Sengkut menunjukkan perubahan yang cukup drastis, dengan penurunan luas lahan dari 315 hektar pada tahun 2022 menjadi hanya 25 hektar pada 2023, namun kembali meningkat tajam ke angka 350 hektar pada tahun 2024. Kecamatan Tinada dan Kerajaan juga mengalami fluktuasi, dengan naik turunnya luas lahan selama periode tersebut. Secara keseluruhan, data ini mengindikasikan adanya pertumbuhan dan penyebaran budidaya gambir di berbagai kecamatan di Kabupaten Pakpak Bharat, meskipun stabilitas luasan tanam masih menjadi tantangan di beberapa wilayah.

Kontribusi dari masing-masing kecamatan terhadap produksi gambir di Kabupaten Pakpak Bharat dapat dipahami melalui informasi yang disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Produksi Tanaman Gambir di Kabupaten Pakpak Bharat Tahun 2020-2024

Kecamatan	Produksi (ton)				
	2020	2021	2022	2023	2024
Salak	50	60,1	34,5	197	197
Sitellu Tali Urang Jehe	330	344	670	618	2796
Pagindar	0	0	7,6	36	30
Sitellu tali urung julu	0,8	1	0	10	10
Pergetteng-getteng sengkut	210	211	211	286	700
Kerajaan	65	71,5	60	96	120
Tinada	24	31,3	20	40	50
Siempat rube	1	1	0	7	7
Kabupaten Pakpak Bharat	680,8	719,9	1.003,1	1.290	3.910

Sumber : BPS Sumut 2025

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 14, produksi tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat mengalami peningkatan yang sangat besar dalam rentang waktu lima tahun terakhir, yaitu dari tahun 2020 hingga 2024. Di awal tahun 2020, total produksi gambir tercatat sebesar 680,8 ton. Tahun selanjutnya, terjadi sedikit kenaikan menjadi 719,9 ton. Namun, pada tahun 2022, produksi melonjak cukup tinggi menjadi 1.003,1 ton. Tren peningkatan ini terus berlanjut di tahun 2023 dengan total produksi sebesar 1.290 ton, dan akhirnya pada tahun 2024 terjadi lonjakan paling tinggi, mencapai 3.910 ton. Peningkatan yang signifikan ini kemungkinan besar disebabkan oleh bertambahnya luas lahan budidaya, meningkatnya kemauan petani terhadap tanaman gambir, serta adanya perbaikan dalam teknik produksi dan pengelolaan.

Dari seluruh kecamatan yang ada di Kabupaten Pakpak Bharat, Sitellu Tali Urang Jehe menjadi kontributor terbesar terhadap produksi gambir. Kecamatan ini

secara konsisten menghasilkan volume paling tinggi setiap tahun, bahkan produksinya meningkat dari 330 ton di tahun 2020 menjadi 2.796 ton di tahun 2024. Ini menunjukkan bahwa Sitellu Tali Urang Jehe memiliki andil yang sangat dominan dalam sektor ini, baik dari segi luas tanam maupun produktivitasnya.

Selain itu, Kecamatan Pergetteng-getteng Sengkut juga menunjukkan pertumbuhan yang signifikan, di mana produksinya naik dari 210 ton menjadi 700 ton selama periode yang sama. Sementara Kecamatan Salak mencatat peningkatan cukup tajam dalam dua tahun terakhir. Setelah sempat turun menjadi 34,5 ton pada tahun 2022, produksinya melonjak ke 197 ton pada 2023 dan bertahan di angka tersebut pada 2024. Ini menunjukkan bahwa meskipun sempat mengalami penurunan, kecamatan ini berhasil pulih dan meningkatkan produktivitasnya.

Kecamatan lainnya seperti Pagindar dan Sitellu Tali Urung Julu mulai terlihat berkontribusi sejak tahun 2022, meski produksinya masih terbilang kecil. Akan tetapi, hal ini tetap menunjukkan adanya upaya dan perkembangan budidaya gambir di wilayah-wilayah tersebut. Kecamatan Kerajaan dan Tinada memperlihatkan tren pertumbuhan yang stabil dan konsisten dari tahun ke tahun. Bahkan Kecamatan Siempat Rube, meskipun memiliki areal dan produksi kecil, tetap menunjukkan peningkatan dari tidak ada produksi di 2022 menjadi 7 ton pada 2023 dan 2024.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa sektor gambir di Kabupaten Pakpak Bharat tidak hanya tumbuh dalam hal jumlah produksi, tetapi juga mulai menyebar ke lebih banyak wilayah. Meskipun beberapa kecamatan masih mendominasi, adanya kontribusi dari kecamatan-kecamatan lain

menunjukkan kemajuan yang merata. Hal ini mencerminkan keberhasilan upaya pengembangan tanaman gambir di daerah tersebut dan memperlihatkan bahwa Kabupaten Pakpak Bharat memiliki potensi besar untuk menjadi salah satu pusat produksi gambir di tingkat regional maupun nasional.

Tabel 14. Produktivitas Tanaman Gambir Per Kecamatan Di Kabupaten Pakpak Bharat (ton/ha)

kecamatan	2020	2021	2022	2023	2024
Salak	0,35	0,52	0,27	0,26	0,79
Sitellu tali	1,33	0,85	0,76	0,71	0,83
urang jehe					
Pagindar	-	-	-	0,36	0,69
Sitellu tali	0,05	0,14	0,25	0,20	0,60
urang julu					
Pergetteng-	1,57	1,07	1,00	1,00	1,14
getteng					
sengkut					
Kerajaan	1,16	1,21	1,86	2,00	2,40
Tinada	2,39	1,32	0,56	0,56	1,40
Siempat rube	-	0,06	0,23	0,50	0,44

Sumber: Data Diolah, 2025

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa dalam lima tahun terakhir, tanaman gambir menunjukkan perkembangan yang cukup pesat di Kabupaten Pakpak Bharat. Berdasarkan data tahun 2020 hingga 2024, terlihat adanya peningkatan luas lahan dan hasil produksi yang menggembirakan. Pada tahun 2020, luas areal gambir tercatat sebesar 612,5 hektar dengan produksi sekitar 680,8 ton. Kemudian, pada tahun 2024, luas tersebut meningkat menjadi 1.623,5 hektar dengan total produksi mencapai 3.910 ton. Peningkatan ini mencerminkan bahwa budidaya gambir semakin diminati dan dikembangkan oleh masyarakat setempat.

Peningkatan produksi tersebut juga diikuti oleh naiknya produktivitas gambir secara keseluruhan, dari 1,11 ton per hektar di tahun 2020 menjadi 2,41 ton

per hektar di tahun 2024. Artinya, hasil yang diperoleh dari setiap hektar lahan semakin tinggi, yang bisa jadi merupakan hasil dari perbaikan cara budidaya, dukungan teknologi, serta peran aktif petani dan pemerintah daerah.

Dari sisi persebaran wilayah, Kecamatan Sitellu Tali Urang Jehe menjadi salah satu kecamatan dengan luas tanam gambir paling besar, yakni mencapai 932 hektar di tahun 2024. Namun sayangnya, produktivitas di wilayah ini justru mengalami penurunan, dari 1,33 ton per hektar di tahun 2020 menjadi 0,83 ton per hektar di tahun 2024. Hal ini bisa jadi karena peningkatan lahan yang tidak dibarengi dengan perbaikan dalam pengelolaan atau penggunaan sarana produksi yang optimal.

Di sisi lain, Kecamatan Kerajaan justru menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan. Meskipun luas lahannya tidak sebesar Sitellu Tali Urang Jehe, kecamatan ini berhasil menjaga dan bahkan meningkatkan produktivitasnya dari tahun ke tahun. Pada tahun 2024, produktivitasnya mencapai 2,40 ton per hektar, tertinggi di seluruh kabupaten. Hal ini menunjukkan bahwa petani di Kerajaan mampu mengelola lahannya dengan lebih efisien dan produktif, menjadikan wilayah ini sebagai salah satu kecamatan yang paling potensial dalam pengembangan tanaman gambir, terutama untuk dijadikan bahan baku produk pestisida nabati.

Kecamatan lain seperti Pergetteng-getteng Sengkut juga menunjukkan produktivitas yang cukup stabil di atas 1 ton per hektar, mencerminkan praktik budidaya yang cukup baik. Sementara itu, kecamatan Tinada, Siempat Rube, dan Pagindar mulai menunjukkan geliat produksi meskipun masih dengan hasil yang

bervariasi. Ini menandakan bahwa minat petani untuk mengembangkan gambir mulai meluas ke kecamatan-kecamatan lain di Pakpak Bharat.

Melihat kondisi ini, dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Kerajaan merupakan wilayah yang paling berpotensi untuk dijadikan pusat pengembangan gambir, baik dari sisi kualitas hasil maupun efisiensi lahan. Potensi ini tentu bisa menjadi fondasi penting dalam pengembangan produk turunan seperti pestisida nabati berbasis gambir, yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat.

Tabel 15. Perkembangan Luas Areal Tanaman Gambir di Kecamatan kerajaan Tahun 2020–2024

Tahun	Luas Lahan Gambir (ha)	Luas Administratif Kecamatan (ha)	Persentase Lahan Gambir (%)
2020	58,5	14.761	0,40%
2021	75,34	14.761	0,51%
2022	38,5	14.761	0,26%
2023	55	13.926	0,39%
2024	50	13.982	0,36%

Sumber: Data Diolah, 2025

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa perkembangan luas areal tanaman gambir di Kecamatan Kerajaan, Kabupaten Pakpak Bharat, selama periode 2020 hingga 2024 menunjukkan pola yang fluktuatif. Pada tahun 2020, luas lahan gambir mencapai 58,5 hektar, kemudian meningkat signifikan pada tahun 2021 menjadi 75,34 hektar, yang merupakan titik tertinggi dalam lima tahun terakhir. Namun, peningkatan tersebut tidak berlanjut, karena pada tahun 2022 terjadi penurunan drastis hingga tersisa 38,5 hektar. Meski demikian, pada tahun 2023 luas lahan kembali mengalami peningkatan menjadi 55 hektar dan sedikit menurun di tahun 2024 menjadi 50 hektar. Persentase luas lahan gambir terhadap total wilayah

kecamatan menunjukkan tren serupa, di mana tahun 2021 mencatat angka tertinggi sebesar 0,51%, sementara tahun 2022 menjadi yang terendah dengan 0,26%.

Perubahan-perubahan ini menunjukkan adanya permasalahan dalam budidaya tanaman gambir di wilayah tersebut, yang kemungkinan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi iklim, harga pasar, kebijakan pertanian, serta minat petani setempat. Meskipun mengalami penurunan pada tahun-tahun tertentu, data ini menunjukkan bahwa tanaman gambir tetap memiliki potensi yang layak untuk dikembangkan. Potensi ini semakin penting jika dikaitkan dengan upaya diversifikasi produk turunan gambir, salah satunya sebagai bahan baku pestisida nabati yang ramah lingkungan. Dengan pengelolaan yang tepat, pengembangan produk turunan gambir tidak hanya dapat meningkatkan nilai tambah komoditas lokal, tetapi juga berkontribusi terhadap solusi pertanian berkelanjutan di Kabupaten Pakpak Bharat.

Tabel 16. Proyeksi Sebaran Tanaman Gambir Di Kecamatan Kerajaan Tanaman Di Kabupaten Pakpak Bharat Berdasarkan Ketinggian Wilayah

No	Nama desa	Ketinggian (mdpl)	Keterangan potensi
1	Kuta dame	>1200	☑
2	Kuta meriah	>1200	☑
3	Kuta saga	>800	☑
4	Majanggut I	>1200	☑
5	Majanggut II	>600	☑
6	Pardomuan	>1200	☑
7	Perpulungen	>1200	☑
8	Perduhappen	>600	☑
9	Sukaramai	>1200	☑
10	Surung mersada	>600	☑

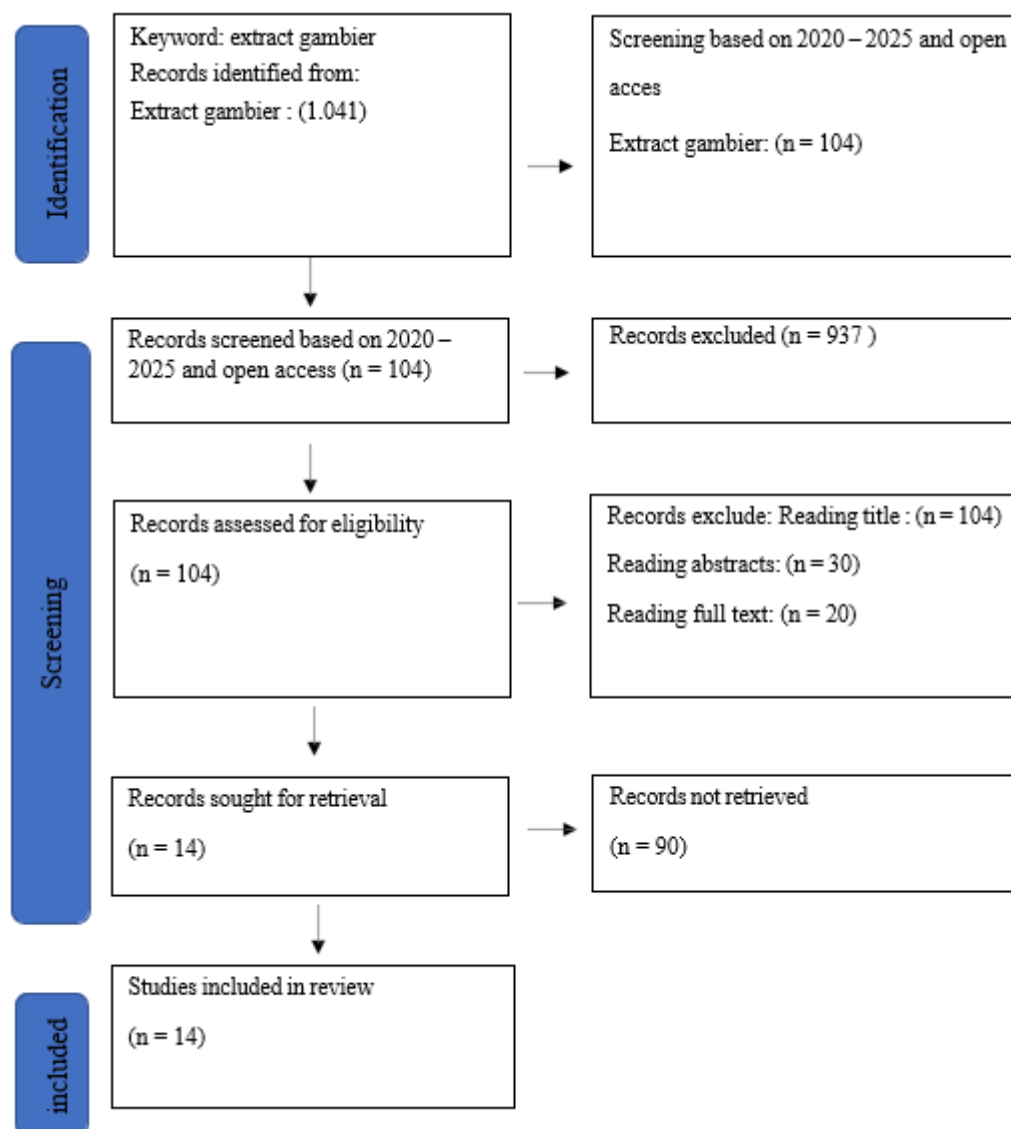
Tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang tumbuh baik di daerah dengan kondisi alam tertentu, khususnya

pada wilayah dengan ketinggian tertentu di atas permukaan laut. Secara umum, gambir dapat dibudidayakan di ketinggian antara 200 hingga 1.500 mdpl, namun performa pertumbuhan dan hasil produksinya cenderung lebih optimal pada daerah yang berada di atas 600 mdpl. Suhu yang sejuk serta kelembapan yang stabil di wilayah dataran tinggi menjadi lingkungan yang cocok bagi tanaman ini untuk tumbuh subur dan menghasilkan senyawa aktif seperti katekin dan tanin, yang menjadi bahan utama dari produk olahan gambir. Dengan kata lain, semakin tinggi wilayahnya—selama masih dalam batas toleransi tumbuh tanaman—semakin besar pula potensi pengembangan budidaya gambir di daerah tersebut.

Melihat potensi tersebut, hasil pengamatan terhadap proyeksi sebaran tanaman gambir di Kecamatan Kerajaan, Kabupaten Pakpak Bharat menunjukkan bahwa sebagian besar desa di wilayah ini berada pada ketinggian yang sesuai untuk pertumbuhan gambir. Desa-desa seperti Kuta Dame, Kuta Meriah, Majanggut I, Pardomuan, Perpulungen, dan Sukaramai berada pada ketinggian lebih dari 1200 mdpl dan seluruhnya dinilai memiliki potensi budidaya gambir yang sangat baik. Selain itu, desa Kuta Saga (lebih dari 800 mdpl), serta Majanggut II, Perduhapan, dan Sungung Mersada (masing-masing di atas 600 mdpl) juga menunjukkan peluang yang cukup menjanjikan. Ini memperlihatkan bahwa kondisi geografis Kecamatan Kerajaan sangat mendukung pengembangan tanaman gambir. Keberadaan desa-desa dengan ketinggian ideal tersebut menjadi modal penting untuk meningkatkan produktivitas dan memperluas skala pengembangan gambir di masa depan, terutama dalam upaya mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat melalui sektor pertanian dan agroindustri lokal.

Kandungan Metabolit Sekunder Yang Terkandung Pada Tanaman Gambir

Bagian ini membahas tentang apa saja kandungan metabolit sekunder yang terdapat dalam tanaman gambir, yang berhasil dikumpulkan dari sumber sciencedirect. Proses pencarian data dilakukan secara sistematis dan hasil akhirnya ditampilkan dalam Gambar 6 melalui grafik PRISMA P. Grafik ini menggambarkan bagaimana tahapan pencarian, penyaringan, dan pemilihan artikel dilakukan hingga diperoleh sumber-sumber yang benar-benar relevan. Dari hasil tersebut, ditemukan bahwa tanaman gambir mengandung senyawa-senyawa penting seperti flavonoid, tanin, dan alkaloid. Ketiga senyawa ini diketahui memiliki banyak manfaat, khususnya dalam bidang pertanian dan kesehatan. Temuan ini menjadi pintu awal untuk melihat lebih jauh bagaimana potensi gambir bisa dikembangkan menjadi produk seperti pestisida nabati yang bernilai lebih tinggi.



Gambar 5. Grafik PRISMA-P

Dalam penelitian ini, proses pencarian dan seleksi literatur dilakukan secara bertahap agar hanya kajian yang benar-benar relevan dan berkualitas yang digunakan. Semuanya dimulai dari pencarian dengan kata kunci "*extract gambier*", yang menghasilkan 1.041 publikasi dari berbagai sumber. Angka ini tentu cukup besar, sehingga langkah pertama adalah mempersempit pencarian. Kriterianya sederhana: hanya artikel yang terbit antara tahun 2020 hingga 2025 dan tersedia secara *open access*. Setelah langkah awal ini, jumlahnya menyusut drastis menjadi 104 artikel.

Tahap berikutnya adalah menyaring isi dari artikel-artikel tersebut. Proses ini dimulai dengan membaca judulnya terlebih dahulu. Banyak artikel yang akhirnya tereliminasi karena topiknya kurang relevan dengan fokus penelitian. Dari yang tersisa, pembacaan abstrak dilakukan untuk menilai apakah isi penelitian sesuai dengan kebutuhan, yang kembali mengurangi jumlah artikel. Terakhir, pembacaan penuh dilakukan untuk memastikan kelengkapan dan kedalaman isinya, dan beberapa publikasi terpaksa dieliminasi pada tahap ini.

Setelah semua penyaringan itu, tersisa 14 artikel yang benar-benar memenuhi semua kriteria. Meski jumlahnya kecil dibandingkan hasil pencarian awal, justru di sinilah kekuatannya—hanya kajian yang paling relevan, terpercaya, dan dapat mendukung analisis yang dipilih. Proses ini menjadi bukti bahwa seleksi literatur yang ketat sangat penting agar penelitian memiliki landasan yang kuat dan fokus pada informasi yang paling bermanfaat.

14 artikel tersebut diantaranya sebagai berikut:

1. Malondialdehyde and TNF- α lowering effects of purified gambier (*Uncaria gambier* Roxb.) in diabetic rats
2. Boosting photocatalytic efficiency: LDH modified with gambier leaf extract for tetracycline degradation
3. Cytotoxic Activity of Gambier Leave (*Uncaria gambier*) Ethyl Acetate Extract on Mouse Embryonic Fibroblast Cell (NIH-3T3) using MTT Assay
4. Formulation And Characterization Effervescent Tablets Of Gambier Leaf Extract (*Uncaria Gambier* Roxb)

5. Phytochemical Screening And Formulation Of Peel-Off Mask Spring Formulation Of Ethanol Extract Of Gambir (*Uncaria Gambir* (W. Hunter) Roxb) By Percollating
6. Effect of tannin supplementation from *Uncaria gambir* extract on rumen fermentation, microbial protein and in vitro gas production
7. Effectiveness Of 70% Ethanol Extract Of Gambir (*Uncaria Gambir*. Roxb) And Betadine On Cut Wounds In Male White Rats (*Rattus Norvegicus*) Galur
8. Flavonoids from Malaysian : A Preliminary Study
9. The Potential of Gambir Leaf Extract (*Uncaria gambir* Roxb) as a Natural Pesticide to Control Fireworm Pests (*Sethotosea asigna* van Eecke)
10. Quantification Of Catechin In Leaves And Stems Of Malaysian *Uncaria Gambir* (Hunter) Roxb. By Hplc-Dad
11. Antitermite Properties Of Catechin From Gambir (*Uncaria Gambir* Roxb.)
12. Antibacterial from Gambier Leaves Crude Extract (*Uncaria gambir* var Cubadak) Microwave-Assisted Extraction Method against Bacterial Pathogens
13. Determination of total phenol, condensed tannin and flavonoid contents and antioxidant activity of *Uncaria gambir* extracts
14. Determination of Process Technology on Making of Pure Gambier and Standardized Catechin from Raw Gambier

Tabel 17. Matriks Metabolit Sekunder Daun Gambir Sebagai Sebagai Bahan Aktif
Pestisida Nabati

Sumber Senyawa (Usia Tanaman)	Jenis Senyawa	Kandungan (%)	Sistem Target Biologis Hama	Efek Utama Terhadap Hama	Potensi Penggunaan dalam Pestisida Nabati	Dosis/Proporsi Penggunaan
Daun muda (1–2 tahun)	katekin	Bervariasi antara 40% – 99% , tergantung metode pemurnian dan ekstraksi. Contoh: - 40%–74% dari ekstrak air - 95–99% dari ekstraksi etil asetat - 8.64% (daun), 5.12% (batang) pada ekstrak metanol (Yeni et al., 2017), (Ibrahim et al., 2016), (kassim et al., 2011)	Merusak sistem cerna dan menekan nafsu makan hama (Nandika et al., 2019), (Dibisono et al., 2022)	Menyebabkan kematian serangga dengan menghambat pencernaan dan menurunkan aktivitas makan (Nandika et al., 2019), (Dibisono et al., 2022)	Efektif sebagai insektisida alami terhadap rayap dan ulat (Dibisono et al., 2022).	32% ekstrak daun gambir efektif menyebabkan mortalitas hama ulat api dalam 5 hari. (Dibisono et al., 2022).

Daun muda (1–2 tahun)	Tanin	Kandungan tanin berkisar antara 2.4% – 24% tergantung proses pemurnian dan bagian tanaman (daun atau getah) (Yeni et al., 2017), (kassim et al., 2011).	Menghambat enzim pencernaan serangga (Kassim et al., 2011).	Menurunkan pertumbuhan mikroba dan menghambat perkembangan enzim dalam saluran cerna hama (Magdalena & Kusnadi, 2015).	Potensial untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan serangga (Magdalena & Kusnadi, 2015).	6% ekstrak gambir efektif meningkatkan aktivitas biologis dalam sistem pencernaan ternak, menunjukkan bioaktivitas tinggi. (Alfaafa et al., 2019)
Daun muda (1–2 tahun)	flavonoid	Flavonoid total (termasuk katekin) pada ekstrak etanol atau etil asetat berkisar antara 10% – 12% tergantung pelarut (kassim et al., 2011), (Ibrahim & Ahmad, 2013).	Gangguan hormon dan mikroba pencernaan hama (Ibrahim & Ahmad, 2013).	Bersifat toksik terhadap mikroorganisme patogen dan menyebabkan kerusakan sel hama (Ibrahim & Ahmad, 2013), (Sulasmi, 2022).	Bertindak sebagai agen antibakteri dan antijamur alami. (Hasanah, 2019).	Konsentrasi 25–45% dalam formulasi ekstrak memberikan efek farmakologis seperti antioksidan dan antibakteri; dalam bidang pestisida dapat digunakan mulai 25% untuk uji efektivitas awal. (Putri et al., 2024)

Berdasarkan Tabel 17, metabolit sekunder yang terkandung dalam daun muda tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) menunjukkan potensi besar sebagai bahan aktif dalam formulasi pestisida nabati. Tiga jenis senyawa utama yang

diidentifikasi meliputi katekin, tanin, dan flavonoid. Ketiganya berasal dari daun muda berusia 1–2 tahun, yang diketahui memiliki kandungan metabolit paling optimal dibandingkan bagian tanaman lainnya. Katekin merupakan senyawa dominan dengan kadar berkisar antara 40% hingga 99% tergantung pada metode ekstraksi yang digunakan, seperti air, etil asetat, atau metanol. Senyawa ini bekerja dengan merusak sistem pencernaan serangga, menurunkan aktivitas makan, dan menyebabkan kematian hama dalam waktu relatif singkat, misalnya meningkatkan mortalitas ulat api dalam 5 hari setelah perlakuan. Efektivitas katekin sebagai insektisida nabati terlihat pada penggunaan ekstrak etil asetat dengan konsentrasi 32%.

Selain katekin, daun gambir juga mengandung tanin dengan kadar antara 2,4% hingga 24%, tergantung bagian tanaman dan proses ekstraksi. Tanin berfungsi menghambat enzim pencernaan serta menurunkan pertumbuhan mikroba dan perkembangan enzim di saluran cerna hama. Potensinya sebagai agen penghambat pertumbuhan mikroba dan serangga telah banyak dibuktikan melalui penelitian sebelumnya. Konsentrasi tanin sebesar 6% dalam ekstrak menunjukkan kemampuan meningkatkan aktivitas biologis terhadap sistem pencernaan serangga dan mendukung mekanisme biokontrol secara hayati. Selanjutnya, flavonoid yang juga terkandung dalam daun muda gambir, termasuk katekin dan turunannya, memiliki kadar sekitar 10% hingga 12% tergantung jenis pelarut. Flavonoid bekerja dengan cara mengganggu sistem hormon dan mikroba pencernaan, bersifat toksik terhadap mikroorganisme patogen, serta menyebabkan kerusakan sel pada tubuh serangga hama. Selain itu, flavonoid juga bertindak sebagai agen antibakteri dan antijamur alami.

Dalam formulasi pestisida nabati, flavonoid menunjukkan efektivitas farmakologis tinggi pada konsentrasi 25% hingga 45%, dan konsentrasi minimal 25% sudah cukup untuk memberikan efek yang signifikan. Secara keseluruhan, senyawa-senyawa metabolit sekunder dari daun muda gambir tidak hanya bekerja secara biologis dengan cara menghambat fungsi vital dalam tubuh hama, tetapi juga menunjukkan spektrum aksi yang luas terhadap berbagai jenis mikroorganisme patogen. Hal ini menjadikan daun gambir sebagai sumber potensial untuk pengembangan pestisida nabati yang efektif, ramah lingkungan, dan dapat mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

Tabel 18. Metabolit Sekunder Tanaman Gambir dan Potensi Fungsinya

No	Senyawa Aktif	Hama dan Penyakit		Fungsi Utama	Potensi
		Tanaman Umum	Tanaman Padi		
1	Katekin	Ulat Buah Kapas	Tikus Sawah, Ulat grayak,	antioksidan tinggi, antimikroba, antiinflamasi, serta insektisida alami. Senyawa ini mampu menghambat pertumbuhan larva serangga, merusak sistem pencernaan, dan mengganggu perkembangan patogen seperti jamur dan bakteri.	☑
2		Ulat Grayak	penggerek batang padi, Wereng		
3		Larva Nyamuk	Batang Cokelat, Walang		
4		Kutu Beras	Sangit, Bakteri		
5		Jamur Akar	Hawar Daun,		
6		Bakteri Hawar Daun			
7	Tanin	Jamur Roti		mengikat dan mengendapkan protein, termasuk enzim penting dalam tubuh mikroorganisme. Efek ini membuat tanin sangat	☑
8		Ulat Grayak			

9	Bakteri Layu Tanaman	efektif untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen, mengganggu proses makan serangga, serta mengurangi kolonisasi bakteri pada jaringan tanaman.	
10	Kumbang Kentang		
11	Flavonoid Wereng Cokelat	antioksidan, antibakteri, antijamur, serta antifeedant yang mampu mengganggu sistem saraf dan hormonal serangga. Senyawa ini juga dapat menekan aktivitas enzim pada patogen tanaman	☒
12	Walang Sangit		
13	Bakteri Penyebab Plak		
14	Bakteri Hawar Daun Padi		
15	Jamur Busuk Abu		

Berdasarkan tabel diatas terdapat tiga jenis utama metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman gambir (*Uncaria gambir Roxb.*), yaitu katekin, tanin, dan flavonoid. Ketiga senyawa ini diketahui memiliki kemampuan biologis yang sangat penting, terutama dalam mengendalikan berbagai jenis hama dan penyakit tanaman, baik secara umum maupun khusus pada tanaman padi.

Katekin, sebagai salah satu senyawa dominan dalam gambir, memiliki sifat antioksidan yang kuat, bersifat antimikroba, antiinflamasi, serta mampu bekerja sebagai insektisida alami. Katekin efektif untuk mengatasi hama seperti ulat buah kapas, ulat grayak, larva nyamuk, hingga kutu beras. Pada tanaman padi, senyawa ini juga menunjukkan efektivitas terhadap hama utama seperti ulat grayak dan bakteri hawar daun. Mekanismenya antara lain dengan menghambat pertumbuhan larva, mengganggu sistem pencernaan hama, serta menghambat perkembangan

patogen seperti jamur dan bakteri, sehingga menjadikan katekin sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam pembuatan pestisida nabati.

Tanin, yang juga terkandung dalam gambir, memiliki kemampuan untuk mengikat dan mengendapkan protein, termasuk enzim penting yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dan serangga. Efek ini membuat tanin sangat berguna untuk menekan pertumbuhan jamur patogen, serta mengganggu proses makan dan metabolisme serangga. Tanin mampu mengatasi hama seperti ulat grayak, kumbang kentang, dan bakteri penyebab layu tanaman. Untuk tanaman padi, tanin juga menunjukkan potensi dalam mengendalikan ulat grayak yang selama ini sering menjadi ancaman yang cukup serius bagi petani khususnya petani padi di Kabupaten Pakpak Bharat.

Flavonoid dikenal memiliki aktivitas seperti antioksidan, antibakteri, antijamur, hingga antifeedant. Flavonoid dapat mengganggu sistem saraf dan hormonal serangga dan dapat menekan enzim yang berperan dalam perkembangan patogen tanaman. Dalam konteks pertanian, flavonoid menunjukkan efektivitas terhadap hama seperti wereng coklat dan walang sangit, serta patogen seperti bakteri penyebab plak, bakteri hawar daun padi, dan jamur busuk abu.

Secara keseluruhan, ketiga senyawa ini memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai pestisida nabati berbasis bahan alam. Sifatnya yang memiliki berbagai fungsi dan ramah lingkungan menjadikannya pilihan yang menjanjikan sekaligus dapat mendukung pertanian yang lebih berkelanjutan. Dalam penelitian ini, tanaman padi di Kabupaten Pakpak Bharat akan menjadi fokus utama untuk penerapan pestisida nabati berbasis ekstrak gambir, karna padi merupakan komoditas penting bagi masyarakat setempat. Dengan harapan,

penggunaan pestisida nabati ini tidak hanya dapat membantu mengendalikan serangan hama dan penyakit, tetapi juga mampu untuk mewujudkan Pembangunan pertanian terkhusus di daerah tersebut.

Keadaan Budidaya Tanaman Padi di Kabupaten Pakpak Bharat

Tanaman padi masih menjadi komoditas pangan utama yang dibudidayakan masyarakat Kabupaten Pakpak Bharat. Aktivitas budidaya padi tersebar di hampir seluruh kecamatan, baik pada lahan sawah maupun ladang. Masyarakat setempat umumnya menjalankan sistem pertanian secara tradisional dan sebagian besar bersifat subsisten—hasil panen digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, dengan sebagian kecil dijual ke pasar lokal.

Tabel 19. Luas Panen dan Produksi Padi Sawah Menurut Kecamatan di Kabupaten Pakpak Bharat, 2024

Kecamatan	Luas Panen Area (Ha)	Produksi (Ton)
Salak	460,00	2.235,60
Sitelu Tali Urang Jehe	50,90	241,75
Pagindar	-	-
Sitelu Tali Urang Julu	300,00	1.440,00
Pergetteng Getteng	288,00	1.411,20
Sengkut		
Kerajaan	368,00	1.876,80
Tinada	190,00	912,00
Siempat Rube	366,00	1.793,40
Pakpak Bharat	2.022,90	9.910,75

Sumber : BPS Sumut 2025

Berdasarkan data pada Tabel 19, pada tahun 2024 luas panen padi sawah di Kabupaten Pakpak Bharat mencapai 2.022,90 hektar dengan total produksi 9.910,75 ton. Kecamatan Salak menjadi penyumbang produksi terbesar, yaitu 2.235,60 ton dari 460 hektar lahan. Posisi berikutnya ditempati Kecamatan Kerajaan dengan 1.876,80 ton dari 368 hektar, serta Kecamatan Siempat Rube dengan 1.793,40 ton dari 366 hektar. Produksi yang cukup tinggi juga dihasilkan

oleh Kecamatan Sitellu Tali Urang Julu (1.440,00 ton dari 300 hektar) dan Pergetteng-getteng Sengkut (1.411,20 ton dari 288 hektar).

Sebaliknya, Kecamatan Sitellu Tali Urang Jehe hanya menghasilkan 241,75 ton dari 50,90 hektar, sedangkan Kecamatan Tinada menghasilkan 912,00 ton dari 190 hektar. Produksi yang lebih rendah di wilayah ini kemungkinan dipengaruhi oleh keterbatasan lahan, teknik budidaya yang belum optimal, atau kendala sarana produksi.

Dalam konteks penelitian ini, kondisi budidaya padi di Pakpak Bharat dapat menjadi peluang strategis untuk mengaplikasikan pestisida nabati berbasis tanaman gambir. Dengan tingkat produksi padi yang cukup tinggi di beberapa kecamatan, penerapan pestisida nabati berbasis gambir berpotensi menjadi solusi ramah lingkungan untuk mengendalikan hama tanpa menimbulkan residu berbahaya. Selain itu, pemanfaatan gambir sebagai bahan aktif pestisida nabati tidak hanya mendukung pengendalian hama yang berkelanjutan, tetapi juga membuka pasar baru bagi petani gambir lokal. Sinergi antara budidaya padi dan pemanfaatan produk turunan gambir dapat menciptakan sistem pertanian terpadu yang mendukung peningkatan hasil panen, menjaga kualitas lingkungan, dan memperkuat ekonomi masyarakat setempat.

Selain itu, sebagian besar petani masih menggunakan benih lokal dari hasil panen sebelumnya, mengolah lahan dengan alat manual atau hewan, dan belum banyak yang menggunakan pupuk berimbang maupun pestisida secara optimal. Menurut Pusat Penyuluhan Pertanian (Pusluhtan) Kementerian Pertanian, keterbatasan akses terhadap teknologi pertanian modern dan minimnya bimbingan

penyuluhan merupakan salah satu hambatan besar dalam meningkatkan produktivitas padi di wilayah pedesaan seperti Pakpak Bharat (Pusluhtan, 2022).

Tabel 20. Luas Panen dan Produksi Padi Ladang Menurut Kecamatan di Kabupaten Pakpak Bharat, 2024

Kecamatan	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)
Salak	262,00	772,90
Sitelu Tali Urang Jehe	300,00	885,00
Pagindar	200,00	590,00
Sitelu Tali Urang Julu	311,00	917,45
Pergetteng Getteng Sengkut	263,00	775,85
Kerajaan	523,00	1.725,90
Tinada	253,00	746,35
Siempat Rube	512,00	1.510,40
Pakpak Bharat	2.624,00	7.923,85

Sumber: BPS Kabupaten Pakpak Bharat 2025

Berdasarkan Tabel 20, luas panen padi ladang di Kabupaten Pakpak Bharat tahun 2024 tercatat mencapai 2.624 hektar dengan total produksi sebesar 7.923,85 ton. Rata-rata produktivitasnya sekitar 3,02 ton per hektar, yang menunjukkan hasil panen stabil meskipun sebagian besar petani masih menggunakan metode budidaya tradisional. Kecamatan Kerajaan menjadi penyumbang produksi terbesar dengan luas panen 523 hektar dan hasil 1.725,90 ton, disusul Kecamatan Simpat Rube yang menghasilkan 1.510,40 ton dari 512 hektar, serta Kecamatan Tinada yang juga berkontribusi signifikan dengan luas panen 533 hektar. Sebaliknya, Kecamatan Pagindar memiliki produksi terendah, yakni 590 ton dari 200 hektar lahan.

Secara umum, produktivitas antar kecamatan berada pada kisaran 2,9 hingga 3,3 ton per hektar sehingga perbedaannya tidak terlalu mencolok. Namun, kecamatan dengan luas panen yang besar seperti Kerajaan dan Tinada menjadi penopang utama produksi padi ladang di wilayah ini. Sementara itu, daerah dengan hasil relatif rendah seperti Pagindar masih memiliki potensi untuk ditingkatkan dengan mengoptimalkan lahan, perbaikan teknik budidaya dan pemanfaatan teknologi pertanian.

Tabel 21. Luas Panen dan Produksi Padi Sawah dan Ladang Menurut Kecamatan di Kabupaten Pakpak Bharat, 2024

Kecamatan	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)
Salak	722,00	3.008,50
Sitelu Tali Urang Jehe	350,90	1.126,75
Pagindar	200,00	590,00
Sitelu Tali Urang Julu	611,00	2.357,45
Pergetteng Getteng Sengkut	551,00	2.187,05
Kerajaan	891,00	3.602,70
Tinada	443,00	1.658,35
Siempat Rube	878,00	3.303,80
Pakpak Bharat	4.646,90	17.834,60

Sumber: BPS Kabupaten Pakpak Bharat 2025

Berdasarkan Tabel 21, total luas panen padi sawah dan ladang di Kabupaten Pakpak Bharat pada tahun 2024 mencapai 4.646,90 hektar dengan total produksi sebesar 17.834,60 ton. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas rata-rata padi di wilayah tersebut berada pada kisaran 3,84 ton per hektar, angka yang cukup baik untuk ukuran padi sawah dan ladang.

Jika dilihat per kecamatan, produksi tertinggi berasal dari Kerajaan dengan hasil 3.602,70 ton dari luas panen 891 hektar, disusul oleh Siempat Rube dengan produksi 3.303,80 ton dari 878 hektar, serta Salak dengan produksi 3.008,50 ton dari 722 hektar. Kecamatan dengan produksi paling rendah adalah Pagindar, yaitu hanya 590 ton dari luas panen 200 hektar, meskipun luas panennya tidak terlalu kecil dibandingkan kecamatan lain.

Tabel 22. Luas Panen Dan Produksi Tanaman Pangan Dikabupaten Pakpak Bharat Tahun 2024

Jenis Tanaman Pangan	Luas Areal Tanam (Ha)	Produksi (Ton)
Padi Sawah	2.022,90	9.910,75
Padi Ladang	2.624,00	7.923,85
Jagung	3.062,00	18.433,35
Ubi Kayu	43,25	939,50
Ubi Jalar	16,70	252,40
Kacang Tanah	24,35	45,33

Sumber: BPS Kabupaten Pakpak Bharat 2025

Berdasarkan Tabel 22, luas panen dan produksi tanaman pangan di Kabupaten Pakpak Bharat tahun 2024 menunjukkan bahwa terdapat beberapa komoditas utama yang diusahakan masyarakat, dengan kontribusi produksi yang bervariasi antar jenis tanaman. Komoditas dengan produksi terbesar adalah jagung, dengan luas areal tanam 3.062 hektar dan hasil produksi mencapai 18.433,35 ton. Posisi kedua adalah padi sawah, yang ditanam di lahan seluas 2.022,90 hektar dengan produksi 9.910,75 ton, disusul oleh padi ladang dengan luas panen lebih besar yaitu 2.624 hektar, namun produksinya lebih rendah dibandingkan padi sawah yakni 7.923,85 ton. Hal ini menunjukkan bahwa padi sawah lebih produktif per hektar dibandingkan padi ladang.

Tanaman pangan lainnya memiliki kontribusi yang lebih kecil terhadap total produksi. Ubi kayu ditanam di lahan 43,25 hektar dengan produksi 939,50 ton, diikuti oleh ubi jalar dengan luas areal 16,70 hektar dan produksi 252,40 ton. Sedangkan kacang tanah merupakan komoditas dengan luas tanam dan produksi terkecil, yaitu 24,35 hektar dengan hasil 45,33 ton.

Tabel 23. Luas Panen Dan Produksi Tanaman Pangan di Indonesia, 2024

Tanaman pangan	Luas panen (ha)	Produksi (ton)
Padi	10.046.135	53.142.727
jagung	2.580.000	15.210.000

Sumber: BPS 2025

Berdasarkan data BPS tahun 2025, tanaman pangan utama di Indonesia masih didominasi oleh padi dengan luas panen sebesar 10.046.135 hektar dan produksi mencapai 53.142.727 ton. Angka ini menunjukkan bahwa padi merupakan sumber pangan pokok dengan kontribusi terbesar terhadap kebutuhan nasional. Sementara itu, jagung memiliki luas panen sebesar 2.580.000 hektar dengan produksi mencapai 15.210.000 ton. Meskipun luas panennya lebih kecil

dibandingkan padi, produktivitas jagung per hektar sedikit lebih tinggi, yaitu sekitar 5,89 ton/ha dibandingkan padi yang sebesar 5,29 ton/ha. Hal ini mengindikasikan bahwa padi tetap menjadi tulang punggung produksi pangan Indonesia, akan tetapi jagung berperan penting sebagai komoditas pendukung dengan efisiensi lahan yang lebih baik.

Tabel 24. hama dan penyakit utama pada tanaman padi di Kabupaten Pakpak Bharat

No	Hama/Penyakit	Intensitas Serangan	Umur Tanaman Diserang	Bagian yang Diserang
1	Wereng Cokelat	Tinggi saat populasi meningkat	30–60 hari setelah tanam	Batang dan pelepah daun
2	Penggerek Batang	Sedang hingga tinggi	30–70 hari setelah tanam	Batang bagian tengah
3	Tikus Sawah	Sedang hingga tinggi pada musim tanam	Awal tanam hingga panen	Seluruh bagian tanaman
4	Walang Sangit	Tinggi saat pengisian bulir	80–110 hari setelah tanam	Malai (bulir padi)
5	Ulat Grayak	Ringan hingga sedang	15–45 hari setelah tanam	Daun muda
6	Bakteri Daun Hawar	Sedang hingga tinggi pada musim hujan	20–50 hari setelah tanam	Daun

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa petani padi di Kabupaten Pakpak Bharat menghadapi tantangan dari serangan hama yang sering mengganggu proses budidaya. Serangan ini bisa terjadi hampir di seluruh fase pertumbuhan tanaman dan berdampak serius terhadap hasil panen. Ada beberapa jenis hama utama yang sering muncul di sawah-sawah masyarakat dan menjadi ancaman serius bagi produktivitas pertanian padi di Kabupaten Pakpak Bharat.

Salah satu hama yang paling dikenal adalah wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*). Hama ini biasanya muncul saat tanaman berusia sekitar satu hingga dua bulan. Meski kecil, dampaknya besar karena menyerang batang dan menyebarkan

penyakit seperti kerdil rumput atau kerdil hampa. jika populasi wereng tidak dikendalikan, tanaman bisa mengering secara tiba-tiba dan kondisi yang sering disebut petani sebagai puso, atau gagal panen. Hal ini tentu saja menjadi tantangan besar bagi petani yang sangat menggantungkan hidup dari hasil panen tersebut. Hama lainnya yang dapat merugikan adalah penggerek batang (*Scirpophaga incertulas*). Serangannya tidak tampak dari luar karena larvanya masuk ke dalam batang, merusak jaringan tanaman dan menggagalkan pembentukan malai. Akibatnya, padi tidak berbulir dan hasil panen menurun drastis. Di sisi lain, tikus sawah (*Rattus argentiventer*) juga sering menyerang secara tiba-tiba. Hewan ini aktif sepanjang fase pertumbuhan dan dapat merusak tanaman dalam jumlah besar hanya dalam satu malam, terutama saat tanaman mulai berisi.

Pada fase pengisian bulir, ancaman datang dari walang sangit (*Leptocorisa acuta*). Hama ini menyerang dengan cara menghisap cairan bulir padi yang sedang berkembang, sehingga gabah menjadi hampa dan kualitas hasil panen menurun. Selain itu, pada masa awal pertumbuhan, tanaman juga rentan terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura*), yang menyerang daun muda. Ulat ini membuat daun berlubang, menghambat fotosintesis, dan jika jumlahnya banyak, pertumbuhan tanaman bisa terganggu parah.

Tidak hanya hama, penyakit seperti hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae*) juga menjadi tantangan tersendiri, khususnya saat musim hujan. Penyakit ini menyerang daun padi muda dan menyebar dengan cepat jika tidak diatasi, menyebabkan daun layu dan produktivitas tanaman menurun. Dalam menghadapi semua tantangan ini, para petani sangat membutuhkan solusi yang aman dan terjangkau. Salah satu inovasi yang dapat dijadikan alternatif adalah penggunaan

pestisida nabati khususnya pestisida nabati yang berbahan dasar tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.). Ekstrak gambir yang mengandung tanin dan katekin terbukti memiliki kemampuan membasmi hama dan menekan pertumbuhan penyakit, lebih ramah lingkungan serta dapat memanfaatkan sumber daya lokal yang dimiliki oleh Kabupaten Pakpak Bharat.

Keadaan dan Perkembangan Agroindustri Pestisida Nabati di Kabupaten Pakpak Bharat

Agroindustri pestisida menjadi salah satu bagian penting dari dunia pertanian modern karena berperan dalam menyediakan berbagai jenis pestisida yang digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Prosesnya tidak hanya melibatkan produksi, tetapi juga mencakup pengumpulan bahan baku, pengolahan, pengemasan, distribusi, hingga pemasaran. Di satu sisi, kehadiran agroindustri pestisida sangat membantu petani dalam menjaga hasil panen. Namun, penggunaan pestisida kimia secara berlebihan dalam jangka panjang dapat menimbulkan dampak yang merugikan, seperti pencemaran lingkungan, munculnya hama yang resisten, serta risiko kesehatan bagi petani dan konsumen (Fadillah et al., 2020).

Melihat berbagai dampak negatif tersebut, maka muncul alternatif yang lebih ramah lingkungan yaitu agroindustri pestisida nabati. Ini adalah bentuk industri yang memanfaatkan tanaman tertentu yang memiliki senyawa aktif alami untuk mengendalikan hama. Contohnya seperti katekin, tanin dan flavonoid yang diketahui dapat mengganggu sistem metabolisme serangga hama, namun tidak membahayakan manusia dan ekosistem. Di Kabupaten Pakpak Bharat sendiri, tanaman gambir (*Uncaria gambir*) menjadi salah satu bahan lokal yang tersedia.

Daun dan batangnya mengandung katekin dan tanin yang dapat diolah menjadi pestisida alami, dan telah mulai digunakan oleh sebagian petani sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis. Cara ini tidak hanya mendukung pertanian yang lebih sehat, tetapi juga memanfaatkan potensi alam lokal secara berkelanjutan (Yulia et al., 2020).

Dalam praktiknya, agroindustri pestisida nabati bisa dijalankan dalam dua skala, yaitu skala besar dan skala kecil. Skala besar biasanya dikelola oleh perusahaan dengan teknologi canggih dan proses produksi yang telah distandarisasi, mulai dari ekstraksi bahan aktif hingga distribusi produk dalam kemasan komersial. Produk seperti ini umumnya sudah memiliki izin edar dan bisa dipasarkan secara luas. Sementara itu, agroindustri skala kecil lebih sering dikelola oleh petani secara mandiri atau dalam kelompok tani. Hingga tahun 2025, agroindustri pestisida nabati di Kabupaten Pakpak Bharat belum ada. Berdasarkan data dari *BPS Kabupaten Pakpak Bharat dalam Angka 2025*, tidak ditemukan data resmi terkait produksi maupun unit usaha industri pengolahan pestisida nabati. Ini menunjukkan bahwa sektor ini masih tergolong baru dan belum menjadi fokus utama dalam pembangunan industri daerah.

Namun, secara potensi, Pakpak Bharat memiliki sumber daya lokal yang menjanjikan untuk pengembangan agroindustri berbasis bahan aktif alami. Salah satu tanaman lokal yang berpotensi besar adalah gambir (*Uncaria gambir* Roxb.), yang diketahui mengandung senyawa katekin, tanin, dan flavonoid. Senyawa-senyawa ini telah dibuktikan memiliki aktivitas antimikroba dan insektisida dalam beberapa penelitian. Misalnya, dalam uji laboratorium, ekstrak daun gambir pada konsentrasi 5000–7500 ppm mampu menyebabkan kematian larva *Plutella*

xylostella hingga 71,48% serta menurunkan volume makan hama secara signifikan, menjadikan gambir sebagai kandidat kuat untuk pestisida botanis alami (Idris, 2015).

Studi Idris (2022), menunjukkan bahwa senyawa aktif pada gambir, seperti katekin, efektif sebagai bioinsektisida terhadap berbagai jenis hama. Jika dikembangkan secara industri, gambir lokal bisa menjadi sumber bahan baku yang bernilai tambah tinggi. Hanya saja di tingkat petani dan pelaku usaha lokal di Pakpak Bharat, pengetahuan dan praktik pengolahan pestisida nabati masih sangat terbatas. Petani lebih banyak bergantung pada pestisida kimia pabrikan karena ketersediaannya lebih mudah dan hasilnya lebih cepat terlihat. Inilah yang menjadi tantangan utama dalam pengembangan agroindustri pestisida nabati seperti rendahnya pengetahuan teknis, belum adanya teknologi dan kurangnya dukungan kebijakan dari pemerintah.

Potensi Agroindustri Pestisida Nabati untuk Produk Turunan Tanaman Gambir di Kabupaten Pakpak Bharat

Kabupaten Pakpak Bharat merupakan daerah yang memiliki potensi besar untuk mengembangkan industri pengolahan pestisida nabati berbasis tanaman gambir. Selama ini, gambir memang sudah dikenal sebagai komoditas unggulan di Kabupaten Pakpak Bharat, dengan jumlah produksi yang mencapai 3.940 ton pada tahun 2024 (BPS Kabupaten Pakpak Bharat, 2025). Akan tetapi, yang sangat disayangkan adalah bahwa sebagian besar hasil panennya masih dijual dalam bentuk mentah, tanpa dilakukan proses pengolahan yang bisa menambah nilai jualnya. Padahal, jika gambir diolah menjadi produk turunan seperti pestisida nabati, manfaatnya bisa jauh lebih besar, tidak hanya bagi para petani secara

ekonomi, tapi juga bagi keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Agroindustri pestisida nabati dari gambir bisa menjadi alternatif dan inovasi baru untuk meningkatkan ekonomi lokal sekaligus mendorong pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dari sisi kandungan, tanaman gambir ini sangat kaya akan senyawa alami yang berguna bagi pertanian. Di dalamnya terkandung katekin, tanin, dan flavonoid yang Dimana senyawa ini sudah banyak diteliti karena kemampuannya dalam melawan mikroorganisme berbahaya dan juga sebagai pengusir serangga. Penelitian oleh Idris menunjukkan bahwa ekstrak gambir efektif dalam menghambat pertumbuhan hama seperti *Plutella xylostella* (ulat daun kubis) dan *Aspidomorpha miliaris* (kumbang tortoise), dua jenis hama yang sering merusak tanaman sayur petani (Idris, 2015), (Idris, 2020). Ini menunjukkan bahwa tanaman yang selama ini hanya dilihat sebagai bahan ekspor dalam bentuk getah mentah saja, sebenarnya memiliki manfaat yang jauh lebih besar dalam dunia pertanian.

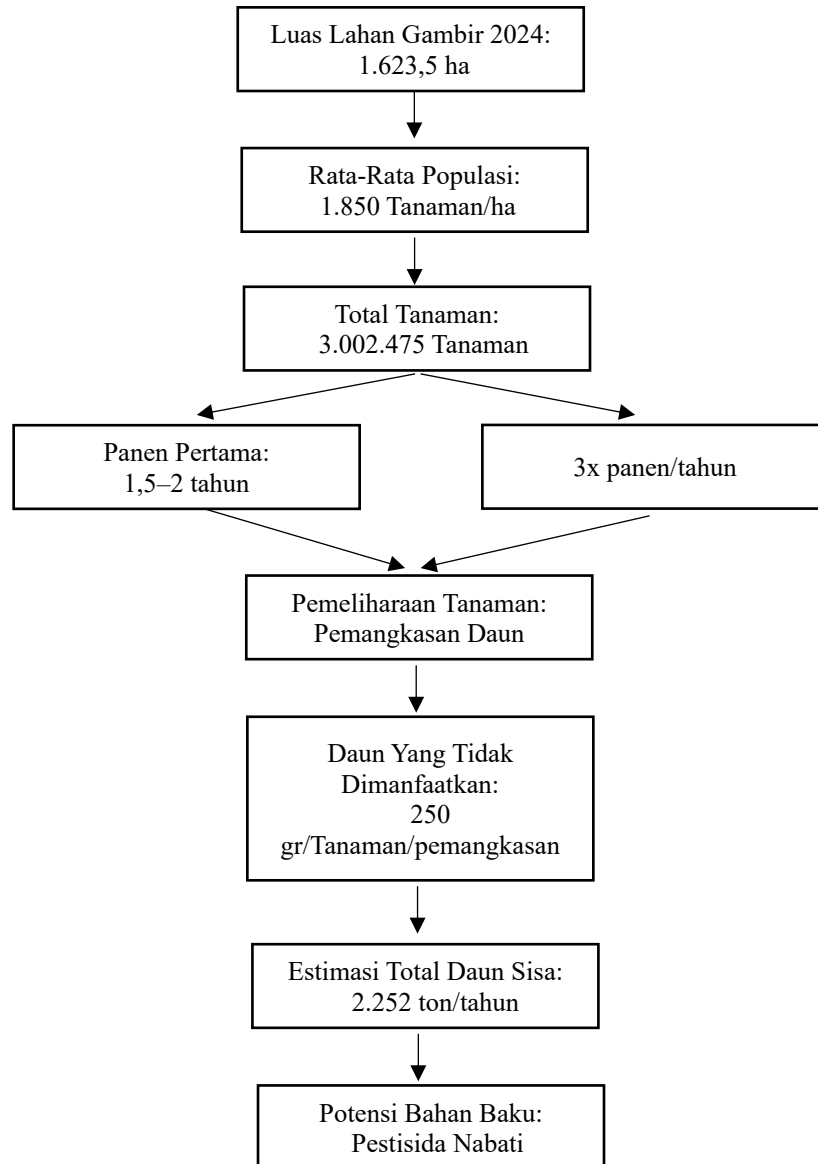
Salah satu faktor utama yang membuat pengembangan pestisida nabati dari gambir sangat menjanjikan di Pakpak Bharat adalah ketersediaan bahan bakunya yang melimpah. Dengan jumlah produksi tahunan yang sangat besar, potensi untuk mengolah sebagian kecil saja dari panen gambir menjadi pestisida alami sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan petani lokal dalam jangka panjang. Bahkan, bukan hanya daun utama yang bisa dimanfaatkan, tetapi juga sisa-sisa hasil panen atau limbah dari proses penyulingan dapat digunakan sebagai bahan dasar produk olahan. Ini menunjukkan bahwa, petani tidak harus mengorbankan seluruh hasil panennya. Mereka bisa tetap menjual sebagian besar hasil ke pasar sambil memanfaatkan sebagian kecilnya untuk kebutuhan lokal yang justru dapat memberi

nilai tambah tinggi. Ini memberi peluang bagi kelompok tani, UMKM, hingga koperasi untuk membangun industri kecil yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Tidak hanya itu, permintaan pestisida nabati juga semakin berkembang, yang menjadi faktor pendukung lainnya. Kini semakin banyak petani yang mulai memahami bahaya penggunaan pestisida kimia bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Beberapa bahkan sudah mencoba solusi alami seperti ramuan dari bawang putih atau daun sirsak untuk mengendalikan hama. Meski masih dilakukan dalam skala kecil atau uji coba di tingkat rumah tangga, hal ini menunjukkan adanya kesadaran dan keinginan untuk berubah. Menurut penelitian oleh Suhartini et al. (2017), kesadaran ini kebanyakan belum diikuti oleh pemahaman secara teknis atau akses terhadap produk pestisida nabati yang terstandar dan mudah didapat (Suhartini et al., 2017). Maka dari itu, penting untuk mulai mengembangkan sistem produksi dan distribusi yang bisa menjawab kebutuhan para petani tersebut.

Melihat dua aspek penting tersebut yaitu bahan baku yang tersedia dalam jumlah besar dan permintaan yang mulai tumbuh dari kalangan petani—pengembangan agroindustri pestisida nabati di Kabupaten Pakpak Bharat merupakan peluang yang menjanjikan yang belum dimanfaatkan. Tantangannya kini adalah bagaimana menghubungkan potensi itu dengan pelatihan, teknologi, dan kebijakan pemerintah yang mendukung. Dengan kerja sama antara pemerintah daerah, lembaga riset, universitas, dan masyarakat, akan memungkinkan industri pestisida nabati dari gambir ini akan berkembang dan dapat meningkatkan kesejahteraan petani lokal sekaligus menjalankan pertanian yang lebih ramah lingkungan. Jika dikelola dengan baik, agroindustri ini tidak hanya akan menjadi

solusi lokal, tapi bisa menjadi contoh nasional tentang bagaimana kekayaan alam Indonesia bisa dimanfaatkan secara tepat dan berkelanjutan.



Gambar 6. Ketersediaan Bahan Baku Pestisida Nabati Berbasis Daun Yang Tidak Dimanfaatkan Dari Hasil Pemeliharaan Tanaman Gambir Di Kabupaten Pakpak Bharat

Berdasarkan alur diatas dapat kita ketahui mengenai ketersediaan bahan baku pembuatan pestisida nabati berbasis tanaman gambir yaitu berupa daun hasil pemangkasan yang tidak dimanfaatkan. Data BPS Kabupaten Pakpak Bharat tahun

2024 mencatat bahwa total luas lahan tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat mencapai 1.623,5 hektar. Angka ini menunjukkan bahwa tanaman gambir masih menjadi komoditas perkebunan yang terbilang luas dibudidayakan di wilayah tersebut. Luasan ini juga menunjukkan potensi skala produksi yang bisa dianalisis lebih jauh, terutama dalam konteks optimalisasi hasil pemeliharaan tanaman.

Dalam praktik budidaya, petani menggunakan berbagai jarak tanam seperti 2×2 m, 2×3 m, hingga 2×4 m. Mengacu pada literatur dari Balitbangtan dan BPPTP Sumatera Utara, rata-rata populasi tanaman gambir adalah sekitar 1.850 tanaman per hektar. Maka dari itu, dapat dihitung estimasi populasi tanaman gambir di seluruh Kabupaten Pakpak Bharat sebagai berikut:

$$1.623,5 \text{ ha} \times 1.850 \text{ tanaman/ha} = 3.002.475 \text{ tanaman}$$

Jumlah ini menggambarkan skala besar populasi tanaman yang bisa menjadi sumber bahan baku pestisida nabati apabila bagian-bagian tanaman yang tidak digunakan dapat dimanfaatkan secara optimal.

Tanaman gambir mulai dapat dipanen pada usia 1,5 hingga 2 tahun, setelah itu petani melakukan panen sebanyak tiga kali dalam setahun dan terdapat juga proses pemeliharaan tanaman yang dilakukan di antara masa panen tersebut. Salah satu kegiatan pemeliharaan utama adalah pemangkasan daun. Kegiatan ini bertujuan untuk menjaga pertumbuhan tunas muda (pucuk), mengendalikan tinggi tanaman, serta memastikan produksi daun yang lebih optimal di panen selanjutnya. Namun, daun-daun yang dipangkas tidak digunakan dalam proses produksi gambir, sehingga menjadi bagian tanaman yang tidak dimanfaatkan secara ekonomi.

Satu pohon gambir dalam proses pemangkasan dapat menghasilkan sekitar 250 gram daun yang tidak dimanfaatkan. Maka, estimasi volume daun yang tidak

dimanfaatkan dalam satu kali pemangkasan dari seluruh pohon di Kabupaten Pakpak Bharat adalah:

$$3.002.475 \text{ tanaman} \times 0,25 \text{ kg} = 750.618,75 \text{ kg (750,6 ton)}$$

Dengan jumlah pemeliharaan sebanyak tiga kali dalam setahun, maka estimasi total ketersediaan daun yang tidak dimanfaatkan adalah:

$$750,6 \text{ ton} \times 3 = 2.251,8 \text{ ton/tahun}$$

Artinya, terdapat potensi ketersediaan bagian tanaman berupa daun yang tidak dimanfaatkan sebesar lebih dari 2.250 ton per tahun yang selama ini belum digunakan secara maksimal.

Dengan ketersediaan daun gambir yang tidak dimanfaatkan dalam jumlah besar dan konsisten setiap tahun, pemanfaatan daun ini menjadi pestisida nabati dapat menjadi inovasi agroindustri yang berkelanjutan, efisien, dan ramah lingkungan. Selain itu, pendekatan ini juga sejalan dengan prinsip zero waste agriculture, yakni memaksimalkan semua bagian dari tanaman untuk kebermanfaatan ekonomi dan ekologis.

Berdasarkan data BPS 2024, luas panen padi sawah dan ladang di Kabupaten Pakpak Bharat mencapai 4.646,90 hektar dengan total produksi 17.834,60 ton. Dengan standar kebutuhan pestisida sebesar 4 liter/ha/musim (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan), kebutuhan pestisida per musim tanam di daerah ini diperkirakan mencapai 18.587,6 liter. Dengan asumsi indeks pertanaman (IP) rata-rata 200 atau dua kali tanam per tahun, total kebutuhan pestisida padi di Kabupaten Pakpak Bharat menjadi 37.175,2 liter/tahun. Sementara itu, jika 1 kg daun gambir segar dapat diolah menjadi ± 1 liter pestisida nabati (Dibisono et al., 2022), maka potensi produksi pestisida nabati dari sisa daun

gambir di daerah ini mencapai 2.252.000 liter/tahun. Artinya, ketersediaan bahan baku pestisida nabati di Kabupaten Pakpak Bharat sekitar 60 kali lebih besar dibandingkan kebutuhan pestisida padi lokal.

Dalam lingkup nasional, luas panen padi Indonesia pada tahun 2024 tercatat sebesar 10.046.135 hektar dengan total produksi 53.142.727 ton. Dengan asumsi kebutuhan pestisida 4 liter/ha/musim dan IP 200, kebutuhan pestisida nasional diperkirakan mencapai 80.369.080 liter/tahun. Jika dibandingkan, potensi pestisida nabati dari daun gambir di Kabupaten Pakpak Bharat (2.252.000 liter/tahun) setara dengan sekitar 2,8% dari kebutuhan pestisida padi di seluruh Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kontribusinya relatif kecil pada skala nasional, ketersediaan daun gambir di Pakpak Bharat sangat mencukupi untuk kebutuhan lokal dan bahkan berpotensi menjadi sumber substitusi pestisida nabati bagi daerah lain.

Tabel 25. Skala Industri Pestisida Nabati Berbasis Tanaman Gambir.

Skala Industri	Jenis Produk	Potensi	Sumber Referensi
Kecil	Ekstrak cair gambir (tanin murni)	☑	Jurnal Agroplasma ULB
	Pestisida semprot sederhana (diracik dengan bahan tambahan alami: serai, bawang putih, dll)	☑	Sari et al., 2019 - Academia.edu
	Pasta gambir antipestisa untuk batang atau daun	☑	Sitompul, 2023 - UMSU Repository
Besar	Pestisida cair formulasi stabil (kemasan botol industri)	☑	Balitbangtan Kementan, 2020
	Pestisida serbuk atau granul	☑	Agrivita UB
	Nanoemulsi pestisida dari limbah gambir	☑	Agrivita UB

Formulasi industri sistemik (standar laboratorium)	☒	UIN Suska Riau - Pestisida Nabati
--	-------------------------------------	-----------------------------------

Berdasarkan tabel skala industri pestisida nabati berbasis tanaman gambir, terlihat bahwa pengembangan produk ini terbagi ke dalam dua tingkatan, yaitu skala kecil dan skala besar. Pada skala kecil, produk-produk yang dihasilkan kebanyakan bersifat praktis, murah, dan bisa diracik langsung oleh petani di lapangan. Misalnya, ekstrak cair dari gambir yang berfungsi sebagai pestisida alami cukup dengan disemprotkan ke tanaman. Tidak hanya itu, ada juga campuran sederhana dari gambir dengan bahan dapur seperti serai atau bawang putih, yang terbukti ampuh mengusir hama. Produk lainnya berupa pasta dari gambir yang bisa dioleskan langsung ke batang tanaman untuk mencegah serangan hama penggerek. Produk-produk seperti ini sangat cocok bagi petani di daerah karena mudah dibuat, aman bagi lingkungan, dan membantu mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia. Efektivitas penggunaannya juga telah dibuktikan oleh beberapa penelitian, seperti yang dimuat dalam Jurnal Agroplasma ULB dan repository UMSU.

Sementara itu, pada skala yang lebih besar, pengolahan pestisida dari gambir dilakukan dengan pendekatan yang lebih modern dan teknologi yang lebih tinggi. Contohnya, ada produk pestisida cair yang dikemas dalam botol siap pakai dan dijual secara luas. Ada juga bentuk bubuk atau granul yang praktis ditaburkan di lahan pertanian, sangat cocok untuk petani dalam skala menengah hingga besar. Tak hanya itu, penelitian juga telah menghasilkan inovasi seperti nanoemulsi dari limbah gambir, yang dirancang agar lebih efektif diserap oleh tanaman dan mampu menekan hama hanya dengan dosis kecil. Bahkan, ada formulasi sistemik yang

telah melewati uji laboratorium dan memenuhi standar industri, sehingga sangat potensial untuk dikembangkan sebagai produk unggulan, baik di pasar nasional maupun internasional. Dukungan dari riset-riset seperti yang dilakukan oleh Agrivita UB, Balitbangtan Kementan, dan UIN Suska Riau menunjukkan bahwa pestisida berbasis gambir ini tidak hanya menjanjikan dari sisi lingkungan, tetapi juga dari sisi ekonomi dan inovasi pertanian masa depan.

Potensi agroindustri pestisida nabati dari tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat sangat sejalan dengan konsep pembangunan pertanian. Dalam konteks pembangunan pertanian, pengolahan gambir menjadi pestisida nabati merupakan bentuk diversifikasi dan hilirisasi produk yang mampu meningkatkan nilai tambah komoditas, memperluas peluang usaha, serta mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida kimia. Hal ini sejalan dengan tujuan pembangunan pertanian modern yang menekankan keberlanjutan lingkungan, peningkatan kesejahteraan petani, dan penguatan daya saing produk lokal.

Jika dilihat dari perspektif *Resource Based View* (RBV), Kabupaten Pakpak Bharat memiliki sumber daya unik yang sulit ditiru oleh daerah lain, seperti ketersediaan gambir berkualitas tinggi, pengetahuan tradisional dalam pengolahannya, dan potensi sumber daya manusia di sektor pertanian. Melalui strategi pengolahan yang tepat dan inovasi produk, potensi tersebut dapat menjadi *core competence* yang memberikan keunggulan kompetitif berkelanjutan. Selanjutnya,

berdasarkan analisis *Porter's Five Forces*, industri pestisida nabati berbasis gambir di wilayah ini memiliki ancaman pendatang baru yang relatif rendah karena memerlukan pengetahuan teknis dan jaringan pasar khusus, kekuatan tawar

pemasok yang rendah akibat ketersediaan bahan baku lokal, kekuatan tawar pembeli yang sedang karena pasar pestisida nabati masih berkembang, ancaman produk pengganti yang tinggi dari pestisida kimia, serta tingkat persaingan antar produsen yang rendah hingga sedang mengingat industri ini masih terbatas di daerah tersebut.

Konsep agroindustri sendiri, pengembangan pestisida nabati berbasis gambir termasuk dalam kategori agroindustri hilir yang mengolah hasil pertanian menjadi produk bernilai tambah tinggi. Keberhasilan pengembangannya memerlukan integrasi antara sektor pertanian sebagai penyedia bahan baku dengan sektor pengolahan, penguatan rantai pasok, penerapan teknologi ekstraksi senyawa aktif yang efisien, dan inovasi pada desain kemasan untuk meningkatkan daya tarik pasar. Dengan demikian, jika potensi sumber daya lokal dikelola secara optimal melalui strategi yang tepat, Kabupaten Pakpak Bharat berpeluang menjadi pusat produksi pestisida nabati yang mampu bersaing di pasar regional maupun nasional, sekaligus mendukung terwujudnya sistem pertanian yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. **Sebaran dan Produktivitas:** Tanaman gambir di Kabupaten Pakpak Bharat menunjukkan peningkatan signifikan dari tahun ke tahun, baik dari segi luas lahan maupun volume produksi. Kecamatan seperti Pergetteng Getteng Sengkut dan Salak menjadi wilayah sentra produksi utama, didukung oleh kondisi agroklimat yang sesuai dan ketersediaan lahan yang potensial.
2. **Kandungan Metabolit Sekunder:** Tanaman gambir mengandung senyawa bioaktif utama seperti katekin, tanin, dan flavonoid, yang terbukti memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, dan insektisida. Senyawa-senyawa ini menjadikan gambir sebagai kandidat kuat dalam pengembangan produk pestisida nabati yang ramah lingkungan.
3. **Budidaya Padi dan Permasalahan Pestisida:** Meskipun padi merupakan komoditas utama di Pakpak Bharat, petani masih bergantung pada pestisida kimia, yang sering mahal dan berdampak negatif bagi lingkungan. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak terhadap alternatif pestisida nabati yang lebih aman dan ekonomis.
4. **Keadaan Agroindustri Pestisida Nabati:** Kabupaten Pakpak Bharat belum memiliki agroindustri pestisida nabati yang terorganisir. Hal ini menciptakan peluang besar untuk pengembangan industri baru berbasis bahan alami, khususnya dari tanaman gambir, yang belum dimanfaatkan secara maksimal.

5. Potensi Agroindustri Pestisida Berbasis Gambir: Berdasarkan pendekatan Resource-Based View (RBV), sumber daya seperti ketersediaan bahan baku gambir, keterampilan petani, dan dukungan kelembagaan lokal memiliki nilai strategis untuk dikembangkan. Dengan menganalisis Porter's Five Forces, industri pestisida nabati berbasis gambir memiliki daya saing tinggi karena belum banyak pesaing, bahan baku melimpah, dan permintaan yang terus tumbuh. Ketersediaan bahan baku daun gambir yang tidak dimanfaatkan pada saat proses pemeliharaan tanaman di Kabupaten Pakpak Bharat mencapai 2.251,8 ton per tahun, setara dengan 2.251.800 liter pestisida nabati jika diolah, sedangkan kebutuhan pestisida nabati untuk pertanian padi hanya sekitar 16.183,2 liter per tahun. Artinya, ketersediaan bahan baku 139 kali lebih besar dari kebutuhan lokal, sehingga pengembangan agroindustri gambir untuk produk pestisida tidak hanya berpotensi memenuhi permintaan dalam daerah, tetapi juga membuka peluang pasar yang luas di luar wilayah Pakpak Bharat

Saran

1. Pemerintah daerah bersama pihak universitas dan pelaku usaha diharapkan bisa mendorong terbentuknya usaha kecil dan menengah (UKM) yang mengolah gambir menjadi pestisida nabati. Pelatihan dan pendampingan teknis perlu diberikan agar prosesnya berjalan lancar dan berdaya saing.
2. Dukungan kebijakan yang konkret seperti penyederhanaan perizinan, insentif usaha, dan promosi produk pestisida alami akan sangat membantu tumbuhnya industri lokal berbasis gambir.

3. Penting untuk memberikan edukasi kepada petani mengenai manfaat pestisida nabati, baik dari segi kesehatan, efisiensi biaya, maupun keberlanjutan lingkungan. Semakin banyak yang memahami, maka semakin besar kemungkinan adopsinya.
4. Diperlukan kerja sama antara lembaga riset, universitas, dan dunia industri untuk mengembangkan formulasi pestisida nabati yang lebih efektif, mudah digunakan, dan bisa diproduksi secara berkelanjutan.
5. Untuk mendukung perkembangan agroindustri gambir, perlu ada perbaikan akses pasar, promosi produk, dan penguatan infrastruktur. Kolaborasi dengan pelaku pasar dan pemanfaatan platform digital bisa membuka peluang pemasaran yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., & Wibowo, R. (2020). *Pembangunan pertanian berkelanjutan berbasis komunitas lokal*. Jurnal Agribisnis Indonesia, 8(2), 145–156.
- Aprely, K. J., Misfadhila, S., & Asra, R. (2021). A review: The phytochemistry, pharmacology and traditional use of gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb). *EAS J. Pharm. Pharmacol*, 3, 21-25.
- Arviandi, R., Rauf, A., & Sitanggang, G. (2015). Evaluasi sifat kimia tanah Inceptisol pada kebun inti tanaman gambir (*Uncaria gambir roxb.*) di Kecamatan Salak Kabupaten Pakpak Bharat. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(4), 105944.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara. 2024. *Luas Lahan dan Produksi Tanaman Gambir di Kabupaten Pakpak Bharat*
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pakpak Bharat. (2025). *Statistik pertanian Kabupaten Pakpak Bharat 2024*. BPS Kabupaten Pakpak Bharat.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Pertanian Provinsi Sumatera Utara 2023*. Badan Pusat Statistik Sumatera Utara.
- Bangun, R. H., & Hakim, L. (2021, November). The Contribution of Gambir (*Uncaria gambir roxb*) Based Agroforestry System on Regional Development in Pakpak Bharat District, North Sumatra Province, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 912, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.
- Bangun, Y. H., Sihotang, R. M., & Simbolon, R. (2021). *Sistem agroforestri tanaman gambir dan pengaruhnya terhadap ekonomi lokal di Kabupaten Pakpak Bharat*. Jurnal Agroekonomi Sumatera, 9(1), 25–34.
- Bantacut, T., & Romli, M. (2020, April). Development of energy self-sufficiency of agroindustry. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 472, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
- Denney, A. S., & Tewksbury, R. (2013). How to write a literature review. *Journal of criminal justice education*, 24(2), 218-234.
- Dibisono, M. Y., Ginting, M. S., & Hariri, S. (2022). Potensi ekstrak daun gambir (*Uncaria gambir Roxb*) sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama ulat api (*Sethotosea asigna* van Eecke). *Jurnal Agroplasma*, 9(2), 262-266.
- Fadillah, A., Yulika, D., & Edy, S. (2020). *Plant pest and disease attack analysis on lowland rice in Lima Puluh Kota Regency*. Jurnal Agribest, 4(1), 15–20.
- Fitriani, F., Unteawati, B., Mutaqin, Z., & Sutarni, S. (2018). The mapping of agroindustry based on Cassava. In *3th International Conference on Biomass* (Vol. 12, pp. 1755-1315).

- Hamid, F., Wulandari, S., & Lubis, A. (2024). *Peran gender dan generasi muda dalam pembangunan pertanian lestari*. Jurnal Pembangunan Pertanian Indonesia, 11(1), 41–53.
- Hamid, H., Reflinaldon, R., Hidrayani, H., Yunisman, Y., & Lina, E. C. (2024). Bioactivity Test of Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) Processing Waste as an Environmentally Friendly Alternative for Pest Control Using Nano Technology. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 46(2), 250-257.
- Hoesain, M., Pradana, A. P., Suharto, S., & Alfariy, F. K. (2022). Pendampingan Produksi Pestisida Nabati Pada Petani Hortikultura Di Desa Sukorambi Kabupaten Jember. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), 593-597.
- Idris, H. (2015). Uji Kemampuan Insektisida Botanis Ekstrak Daun Gambir terhadap Hama (*Plutella xylostella* L). *Jurnal Ipteks Terapan*, 8(4), 1-9.
- Khalid, I., Sari, D. K., Bakri, M., Daniel, D., Frengki, F., Makmur, A., ... & Amiruddin, A. (2024). Screening of Bioactive Compounds of Gambir leaf (*Uncaria gambir* Roxb) as Antibiofilm Againsts the Glucosyltransferase of *Streptococcus mutans* Enzyme. *Jurnal Medika Veterinaria*, 18(2).
- Kresnawaty, I., & Zainuddin, A. (2009). Aktivitas antioksidan dan antibakteri dari derivat metil ekstrak etanol daun gambir (*Uncaria gambir*). *Jurnal Littri*, 15(4), 145–151.
- Mulyono, J., & Munibah, K. (2016). Strategi pembangunan pertanian di Kabupaten Bantul dengan pendekatan A'WOT. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 19(3), 199-211.
- Pratiwi, N. A., Harianto, H., & Daryanto, A. (2017). Peran agroindustri hulu dan hilir dalam perekonomian dan distribusi pendapatan di Indonesia. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 14(2), 127-127.
- Rahmawati, A. A., & Yuniarti, E. (2024). Literature Article Review: Gambir Plant (*Uncaria gambir* Roxb) as Antioxidant Producer. *Jurnal Serambi Biologi*, 9(1), 57-63.
- Rosalina, L., Sukma, M., Nelva, H., Mentari, T. A. S., Susanti, R., Amran, R., ... & Azzahra, N. (2025). Bibliometric analysis of Indonesian herbal plant gambir (*Uncaria gambir* Roxb.). *Multidisciplinary Reviews*, 8(7), 2025215-2025215.
- Sagala, J. F., Hartono, R., & Azhar, I. (2015). Potensi pemanfaatan gambir (*uncaria gambir roxb*) di kecamatan pergetteng getteng sengkut, kabupaten pakpak bharat, provinsi sumatera utara. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(3), 218-226.
- Sahabuddin, S., Nurdin, N., & Husain, H. (2021). *Identification of the armyworm (Spodoptera frugiperda) on corn plants in South Sulawesi*. Journal of Tropical Plant Protection, 5(2), 70–76.

- Sebayang, L. (2015). Pengkajian Pewilayahan Komoditas Gambir (*Uncaria Gambir* Roxb.) Di Kabupaten Pakpak Bharat Skala 1: 50.000. *Pertanian Tropik*, 2(2), 156864.
- Piper, M. E. (2013). *Systematic Review Methods: An Overview*. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 16(4), 88-99.
- Setiawan, M. A., Rauf, A., & Hidayat, B. (2014). Evaluasi status hara tanah berdasarkan posisi lahan di kebun inti tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) Kabupaten Pakpak Bharat. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4), 101576.
- Silfia, S., Muchtar, H., & Failisnur, F. (2015). Pengaruh perbedaan persentase penambahan gliserin dan konsentrasi larutan ekstrak gambir terhadap beberapa sifat fisika dan kadar tanin tinta stempel. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 5(1), 53-59.
- Suhartini, S., Suryadarma, P., & Budiwati, B. (2017). Pemanfaatan pestisida nabati pada pengendalian hama *Plutella xylostella* tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) Menuju pertanian ramah lingkungan. *Jurnal sains dasar*, 6(1), 36-43.
- Suhartini, T., Prasetyo, A., & Nurhayati, S. (2017). Knowledge, Attitudes, and Practices on Organic Pesticide Use Among Rural Farmers. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 13(3), 112–120.
- Syahrial, S., Yenti, M. N., & Dermawan, A. (2024). Perkembangan Dan Pola Pertumbuhan Sektor Pertanian Kabupaten Tanah Datar Provinsi Sumatera Barat. *Agricore: Jurnal Agribisnis Dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*, 9(1), 1-9.
- Tinambunan, A., Harahap, R. H., Subhilhar, & Kusmanto, H. (2024). *Actors' roles in gambir commodity development in Pakpak Bharat, North Sumatra Province*. *International Journal of Religion*, 5(11), 3753–3764.
- Tinambunan, J. L., Manik, M., & Hasibuan, N. (2024). *Analisis tradisi budidaya tanaman gambir di Pakpak Bharat dan tantangannya*. *Jurnal Sosial dan Agribisnis*, 7(1), 59–67.
- Udin, F., Marimin, S., Buono, A., & TIP, H. H. (2015). Investasi dan Pemilihan Teknologi Penggilingan pada Agroindustri Padi dengan Pendekatan Fuzzy, Studi Kasus di Kabupaten Cianjur. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(1).
- Wardi, E. S., Jamsari, J., Irwandi, I., Sartika, D., & Ningsih, A. R. (2020). Barkod Dna Pada Tanaman Gambir (*Uncaria Gambir* (Hunter) Roxb.) Berdasarkan Gen *Matk* Dan *Rbcl*. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 12(1), 22-28.
- Yulia, L., Suparman, S., & Setyowati, N. (2020). *Monitoring the population dynamics of brown planthopper (Nilaparvata lugens) on rice fields in Java*. *Indonesian Journal of Entomology*, 14(3), 210–217.
- Yunarto, N., Sulistyningrum, N., Kurniatri, A. A., & Elya, B. (2021). Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) as a potential alternative treatment for

hyperlipidemia. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 31(3), 183-192.

Yunarto, N., Sulistyowati, I., Kurniatri, A. A., & Aini, N. (2017). Pengaruh Penyalutan terhadap Karakteristik Fisika Kimia dan Stabilitas Tablet Fraksi Etil Asetat Daun Gambir sebagai Agen Antidislipidemia. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 27(2), 71-78.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Rekapitulasi Data Artikel Ekstrak Gambir berdasarkan hasil screening dan open access dari ScienceDirect (Tahun 2020–2025)

No	Tahun	Jumlah Artikel	Tipe Artikel	Bidang Ilmu	Jenis akses
1	2020	5	Review Articles: 1 Research Articles: 3 Other: 1	Agricultural and Biological Sciences: 3 Veterinary Science and Medicine: 2 Engineering: 1 Environmental Science: 1 Social Sciences: 1	Open Access & Open Archive: 5
2	2021	11	Review Articles: 2 Research Articles: 8 Software Publications: 1	Agricultural and Biological Sciences: 3 Veterinary Science and Medicine: 2 Engineering: 1 Environmental Science: 1 Social Sciences: 1	Open Access & Open Archive: 11
3.	2022	15	Review Articles: 3 Research Articles: 10 Book Reviews: 1 Data Articles: 1	Social Sciences: 4 Agricultural and Biological Sciences: 3 Arts and Humanities: 3 Environmental Science: 3 Biochemistry, Genetics and Molecular Biology: 2 Earth and Planetary Science: 2 computer Science: 1 Energy: 1 Engineering: 1	Open Access & Open Archive: 15

4	2023	16	Review Articles: 3 Research Articles: 13	Earth and Planetary Science:5 Environmental Science: 3 Medicine and Dentistry: 3 Social Sciences: 3 Agricultural and Biological Sciences: 2 Arts and Humanities: 2 Energy: 2 Biochemistry, Genetics and Molecular Biology: 1 Chemical Engineering: 1 Engineering: 1	Open Access & Open Archive: 16
5	2024	37	Review Articles: 9 Research Articles: 26 Short Communications: 1 Other: 1	Agricultural and Biological Sciences: 7 Earth and Planetary Science:6 Energy: 6 Environmental Science: 6 Business, Management and Accounting: 4 Biochemistry, Genetics and Molecular Biology: 3 Chemistry: 3 Engineering: 3 Material Science: 3 Social Sciences: 3	Open Access & Open Archive: 37
6	2025	17		Agricultural and Biological Sciences: 8 Environmental Science: 5 Chemistry: 2 Earth and Planetary Science:2 Engineering: 2 Social Sciences: 2 Arts and Humanities: 1 Biochemistry, Genetics and	Open Access & Open Archive: 17

Molecular
Biology: 1
Energy: 1
Material Science:
1

Lampiran 2.

Daftar judul artikel menggunakan kata kunci Extract Gambier

No	Judul	Tahun
1	A typology of giant clam shell deposits in Eastern Tuamotu-Gambier atolls (French Polynesia) to guide conservation and exploitation measures	2025
2	High ciguatoxin-producing Gambierdiscus clade (Gonyaulacales, Dinophyceae) as a source of toxins causing ciguatera poisoning	2025
3	Understanding the human settlement of the Pacific – Are we there yet?	2025
4	Development of intelligent packaging films utilising chitosan derived from black soldier fly exuviae and anthocyanin from red dragon fruit peel for monitoring banana ripeness	2025
5	Encapsulated Gambir catechin-palm fatty acid distillate as an antibacterial and antioxidant feed additive and its effects on rumen fermentation products	2025
6	Using a comprehensive donor and host dataset to decipher the heritability and genetic architecture of pearl traits in the black-lipped oyster (Pinctada margaritifera)	2025
7	PCA-based denoising and automatic recognition of marine biological sounds to estimate Bio-voice Count Index for marine monitoring	2025
8	Differentiated short- and long-term impacts of a starter stimbiotic supplementation on gut health in broilers fed wheat and rye-based diets at homeostasis and under Eimeria tenella challenge	2025
9	Debittering yeast extract from spent brewer's yeast by adsorption of iso- α -acids onto macroporous resin	2025
10	A 2000-year record of hydroclimate variability inferred from oxygen isotopes in lake sediments on Kangaroo Island (Karti/Karta), South Australia	2025
11	Individual pitch controller with static inverted decoupling for periodic blade load reduction on monopile offshore wind turbines	2025
12	Impact of support mesh material on cake layer formation and fouling in an anoxic dynamic membrane bioreactor	2025
13	Subtitles for vocabulary learning: Assessing the effects of L2, L1, and bilingual subtitles over time	2025
14	Investigation of bio-based chelating agents to prevent and remove mineral scales caused by mixing of incompatible brine water: An insight into molecular characterization and active forces	2025
15	Urban–rural differences in residents' low-carbon behavioral drive: An empirical study based on an extended theory of planned behavior	2025
16	Exploring starch-based excipients in pharmaceutical formulations: Versatile applications and future perspectives	2025
17	Microbial tannases: biosynthesis, purification, characterization and potential industrial applications	2025
18	Environmental impact assessment of tannin-based coagulants production from chestnut shells	2025

19	How do cognitive biases influence farmers' participation in water conservation at Lake Urmia? Insights from social norms theory	2025
20	Boosting photocatalytic efficiency: LDH modified with gambier leaf extract for tetracycline degradation	2025
21	Sustainability on the plate: how influencers and social norms transform food choices	2025
22	Sustainable chrome-free leather manufacturing through the aldehyde-vegetable combination tanning method based on biomass-derived dialdehyde carboxymethyl cellulose and mimosa tannin	2025
23	Synthesis of dihydrogambirtannine by alkyne [2 + 2 + 2]-cyclotrimerisation	2025
24	Tannin-derived vacancy-deficient nitrogen-doped porous carbon for highly selective adsorption of Cu ²⁺ in capacitive deionization	2025
25	Stone disc production at Pincevent (France) reveals versatile uses of colouring materials in the Late Magdalenian	2025
26	Repeated harvest residue burning reduces Eucalyptus pellita productivity on sandy soils in tropical monsoonal Australia	2025
27	An agar hydrogel-CuNPs/N@CQDs dual-mode colorimetric/fluorescent indicator for non-destructive monitoring of banana ripening	2025
28	Load reduction and mechanism analysis of cyclic pitch regulation on wind turbine blades under yaw conditions	2025
29	P-T-fO ₂ -X constraints on the partitioning behavior of trace elements between clinopyroxene and alkali melts: An experimental study	2025
30	Marine Neurotoxins	2025
31	Chapter 33: Performance of microalgae-based food on pet health	2025
32	<i>Synodus autumnus</i> , a new species of lizardfish (Aulopiformes, Synodontidae) from the Indo-Pacific region, and a reassessment of distributional records of <i>Synodus rubromarmoratus</i>	2025
33	A new species of Anemonefish from French Polynesia, <i>Amphiprion maohiensis</i> , (Pomacentridae, Amphiprioninae), the Polynesian anemonefish	2025
34	An introduction to clay-hosted REE deposits in Australia	2025
35	Influence of forage-to-concentrate ratio on the effects of a radiata pine bark extract on methane production and fermentation using the rumen simulation technique	2025
36	Advancements in geochemistry and origins of CO ₂ in natural gas reservoirs of China	2025
37	The use of some mixtures of medicinal plant ethanol extracts as an antifungal in the control of peanut stem rot diseases	2025
38	Eco-friendly and sustainable approaches to control scaling in industrial plants: Challenges and advantages of the application of plant extracts as a probable alternative for traditional inhibitor-A review	2024
39	Outside-in hair contamination by blood containing opiates and opioids	2024
40	Investigation of the use of food waste in renewable energy production: Extraction, fabrication and characterization of natural photosensitizers in DSSCs	2024
41	From social norms to pro-environmental behavior: The role of destination social responsibility for families traveling with children	2024
42	Effects of solid-state fermented wheat bran on inflammation level, serum lipid profiles and intestinal microbiota in Kunming mice	2024
43	Precipitation of CaCO ₃ in natural and man-made aquatic environments - Mechanisms, analogues, and proxies	2024
44	Ciguatera poisoning: A review of the ecology and detection methods for Gambierdiscus and Fukuyoa species	2024
45	Dust in the Critical Zone: North American case studies	2024

46	Characterization of 37 enological tannins using a multiple technique approach: Linear sweep voltammetry as a rapid method both for classification and determination of antioxidant properties	2024
47	Chemical, physical, and antibacterial properties of alginate-based edible film with red betel leaf extract	2024
48	Identification of a senior officer from Sir John Franklin's Northwest Passage expedition	2024
49	Changing subsistence practices in pre-European populations of South Vanuatu	2024
50	Dynamical Geochemistry: Ocean crust recycling through plate tectonics and its role in the formation of mantle heterogeneity	2024
51	Nothing about us without us: Sharing results with communities that provide genomic data	2024
52	Late Holocene Insect Records of Polynesia	2024
53	Post-disaster recovery policy assessment of urban socio-physical systems	2024
54	Spatial variability of temperature inside atoll lagoons assessed with Landsat-8 satellite imagery	2024
55	Investigate the utilization of novel natural photosensitizers for the performance of dye-sensitized solar cells (DSSCs)	2024
56	Toward a rational approach for polyphenol usage in the shelf-life extension of oenological products	2024
57	Application and valorization of novel indigenous <i>Azadirachta indica</i> leaf in leather processing	2024
58	Palm oil expansion, insecure land rights, and land-use conflict: A case of palm oil centre of Riau, Indonesia	2024
59	First detection in Australia of cryptotephra likely to be derived from the 25.6 ka Ōruanui supereruption in New Zealand	2024
60	Comparison of in situ black-lipped oyster spat collection and larval dispersal modelling results in semi-closed pearl-farming lagoons of the Tuamotu Archipelago	2024
61	Valorization of the aqueous extract of <i>Arbutus unedo</i> L. leaves as a novel environmentally friendly scale inhibitor	2024
62	Chapter Two: Grapevine as a natural resource in the cosmetic industry	2024
63	Toxicology of anhydroecgonine methyl ester: A systematic review of a cocaine pyrolysis product	2024
64	Utilization of green internet of things (GIoT) applications towards sustainable performance: The antecedents and consequences of carbon footprint	2024
65	On the cybersecurity of smart structures under wind	2024
66	RETRACTED: Control approaches of power electronic converter interfacing grid-tied PMSG-VSWT system: A comprehensive review	2024
67	Modeling the coverage of MoS ₂ and WS ₂ thin films using in-situ spectroscopic ellipsometry	2024
68	Antioxidant and antimicrobial extracts from grape stalks obtained with subcritical water. Potential use in active food packaging development	2024
69	Understanding the desire for green consumption: Norms, emotions, and attitudes	2024
70	Multi-objective optimization of sequential simulated moving bed for multi-component separation based on multi-parameter modeling and its determination	2024
71	A Review on Sources, Extractions and Analysis Methods of a Sustainable Biomaterial: Tannins	2024

72	What drives consumers towards shared luxury services? A comparison of sequential versus simultaneous sharing	2024
73	Residual trapping capacity of subsurface systems for geological storage of CO ₂ : Measurement techniques, meta-analysis of influencing factors, and future outlook	2024
74	Wind turbine vibration management: An integrated analysis of existing solutions, products, and Open-source developments	2024
75	Investigation of phenolic compounds recovery from brewery wastewater with coupled membrane and adsorption process	2024
76	Towards elimination of chronic viral hepatitis in French Polynesia: results from a national population-based survey	2024
77	Recent antibacterial agents from biomass derivatives: Characteristics and applications	2024
78	Evaluation of amphetamines diffusion in hair after contact with amphetamines-containing blood	2024
79	Wind forecasting-based model predictive control of generator, pitch, and yaw for output stabilisation – A 15-megawatt offshore	2024
80	Empowering energy citizenship: Exploring dimensions and drivers in citizen engagement during the energy transition	2024
81	A comprehensive framework for effective long-short term solar yield forecasting	2024
82	Assessing regional connectivity patterns of bivalvia in fragmented archipelagos: Insights from biophysical modeling in French Polynesia	2024
83	Stability and preservation of phenolic compounds and related antioxidant capacity from agro-food matrix: Effect of pH and atmosphere	2024
84	Tannin-based wood panel adhesives	2024
85	Toothed whale and shark depredation and bycatch in the longline fishery of French Polynesia	2024
86	Geothermal Energy in Australia	2024
87	Experimental Methods in Translation Studies	2024
88	Chapter 12: Livestock product processing technology	2024
89	Chapter 9: Antimycobacterial compounds produced by endophytic fungi: An overview	2024
90	Malondialdehyde and TNF- α lowering effects of purified gambier (<i>Uncaria gambir</i> Roxb.) in diabetic rats	2024
91	Ecological products in online stores – consumer behavior in the light of TPB	2024
92	Paradigm shift from Artificial Neural Networks (ANNs) to deep Convolutional Neural Networks (DCNNs) in the field of medical image processing	2024
93	Controls on rapid rare earth element enrichment in sediments deposited by a continental-scale river system	2024
94	Recent implementations of process intensification strategy in membrane-based technology: A review	2024
95	Communicating norms to increase food delivery customers' sustainable waste management behaviors	2024
96	The fresco wall painting techniques in the Mediterranean area from Antiquity to the present: A review	2024
97	Highly efficient and sensitive membrane-based concentration process allows quantification, surveillance, and sequencing of viruses in large volumes of wastewater	2024
98	Phosphorylation of aryl hydrocarbon receptor interacting protein by TBK1 negatively regulates IRF7 and the type I interferon response	2024
99	Stream analysis for a sub-catchment of Red River (Vietnam) using isotopic	2024

- technique and recursive digital filter method
- 100 Inter-colony variation in predation, mercury burden and adult survival in a declining seabird 2024
 - 101 Customer misbehavior in access-based mobility services: An examination of prevention strategies 2024
 - 102 No scientific evidence that *Homo naledi* buried their dead and produced rock art 2024
 - 103 The Role of P-Selectin in Microvascular Hemodynamics and Cerebral Brain Volumes in Aging Sickle Cell Mice 2023
 - 104 Multiple lines of evidence highlight the dire straits of yellowfin tuna in the Indian Ocean. 2023
 - 105 Changes in solar resource intermittency and reliability under Australia's future warmer climate 2023
 - 106 Valorization of phenolic compounds from brewery wastewater: Performances assessment of ultrafiltration and nanofiltration process with application of HPLC coupled with antioxidant analysis tool 2023
 - 107 Ciguatera poisoning in French Polynesia: A review of the distribution and toxicity of *Gambierdiscus* spp., and related impacts on food web components and human health 2023
 - 108 The squaretail mullet *Ellochelon vaigiensis* (Quoy & Gaimard, 1825) a complex of cryptic species? 2023
 - 109 Cannibalism and burial in the late Upper Palaeolithic: Combining archaeological and genetic evidence 2023
 - 110 Chapter 11: Natural dyes in leather technology 2023
 - 111 Chestnut shells in the diet of lamb: Effects on growth performance, fatty acid metabolism, and meat quality 2023
 - 112 The proof of the translation process is in the reading of the target text: An eyetracking reception study 2023
 - 113 Mitigating neuroinflammation in Parkinson's disease: Exploring the role of proinflammatory cytokines and the potential of phytochemicals as natural therapeutics 2023
 - 114 Unfolding the secrets of microbiome (Symbiodiniaceae and bacteria) in cold-water coral 2023
 - 115 Subtitling sensitive Arabic language for English audiences: A case study of Netflix's *Jinn* and *Al-Rawabi* shows 2023
 - 116 Melting of hydrous pyroxenites with alkali amphiboles in the continental mantle: 2. Trace element compositions of melts and minerals 2023
 - 117 Revisiting the geodynamical history of the so-called uplifted atolls, north-west Tuamotu, French Polynesia, central South Pacific 2023
 - 118 Monitoring absolute vertical land motions and absolute sea-level changes from GPS and tide gauges data over French Polynesia 2023
 - 119 Exogenous corticosterone administration during pregnancy in mice alters placental and fetal thyroid hormone availability in females 2023
 - 120 Comparative Efficacy Of Therapeutic Interventions For The Management Of Recurrent Aphthous Ulcers: A Systematic Review And Network Meta-Analysis 2023
 - 121 Advancements and challenges in green extraction techniques for Indonesian natural products: A review 2023
 - 122 The genus *Scorzonera* L. (Asteraceae): A comprehensive review on traditional uses, phytochemistry, pharmacology, toxicology, chemotaxonomy, and other applications 2023
 - 123 The effect of social media influencer marketing on sustainable food purchase: Perspectives from multi-group SEM and ANN analysis 2023

124	Assessment of determinants for households' pro-environmental behaviours and direct emissions	2023
125	Impact of minimalism on consumers' low-carbon innovation behavior: Interactive role of quantitative behavior	2023
126	Productivity, selectivity performances and fouling control of brewery wastewater micro-ultrafiltration through operation optimization and membrane screening	2023
127	Larval dispersal of pearl oysters <i>Pinctada margaritifera</i> in the Gambier Islands (French Polynesia) and exploring options for adult restocking using in situ data and numerical modelling	2023
128	Revealing intermolecular coupling effects on vibrational spectra with infrared-reflectance absorbance analysis of perylene diimide thin films	2023
129	Performance evaluation of a novel geothermal energy integrated single effect evaporator desalination with software simulation	2023
130	Carbon budget of Earth's deep mantle constrained by petrogenesis of silica-poor ocean island basalts	2023
131	Mid-late holocene accretional history of low-lying, coral-reef rim islets, South-Marutea Atoll, Tuamotu, central South Pacific: The key role of marine hazard events	2023
132	Hypercementosis in Late Pleistocene <i>Homo sapiens</i> fossils from Klasies River Main Site, South Africa	2023
133	A multivariate approach to synthesize large amount of connectivity matrices for management decisions: Application to oyster population restocking in the pearl farming context of Tuamotu Archipelago semi-closed atolls	2023
134	The isotopic origin of Lord Howe Island reveals secondary mantle plume twinning in the Tasman Sea	2023
135	Investigation of the agroecological applications of olive mill wastewater fractions from the ultrafiltration-nanofiltration process	2023
136	A comprehensive review on pharmaceutical uses of plant-derived biopolysaccharides	2023
137	The role of selected flavonoids from <i>bajakah tampala</i> (<i>Spatholobus littoralis</i> Hassk.) stem on cosmetic properties: A review	2023
138	5: The distribution of the world's internationally important wetlands and their contribution to global protected area goals and Aichi Biodiversity Target 11	2023
139	11: What's driving wetland loss and degradation?	2023
140	3: Biogenic synthesis of metal oxide-based photocatalysts for dye removal	2023
141	Marine natural products	2023
142	Cytotoxic Activity of Gambier Leave (<i>Uncaria gambir</i>) Ethyl Acetate Extract on Mouse Embryonic Fibroblast Cell (NIH-3T3) using MTT Assay	2023
143	Control of Large Wind Energy Systems for Acoustic Noise Reduction by Using Multi-Objective Optimal Control	2023
144	Interpol review of toxicology 2019–2022	2023
145	Modelling and evaluating the economy-resource-ecological environment system of a third-polar city using system dynamics and ranked weights-based coupling coordination degree model	2023
146	Influence of pro-environmental behaviour towards behavioural intention of electric vehicles	2023
147	Pyrolysis gas chromatography mass spectrometry: A promising tool for disclosing metal-free tanning agents used in leather industry	2023
148	Normative misperceptions regarding pro-environmental behavior: Mediating roles of outcome efficacy and problem awareness	2023
149	A wearable collaborative energy harvester combination of frequency-up	2023

- conversion vibration, ambient light and thermal energy
- 150 A study of the antecedents and effects of green self-identity on green behavioral intentions of young adults 2023
- 151 Nitrogen isotopes indicate vehicle emissions and biomass burning dominate ambient ammonia across Colorado's Front Range urban corridor 2023
- 152 Carbonate acidizing – A review on influencing parameters of wormholes formation 2023
- 153 The pragmatic functions of tu and lei in films: Converging patterns of address across translated and original Italian dialogue 2022
- 154 In search of Holocene trans-Pacific palaeotsunamis 2022
- 155 Past maize consumption correlates with population change in Central Western Argentina 2022
- 156 Mismatch between the ecological processes driving early life-stage dynamics of bivalves at two contrasting French Polynesian lagoons 2022
- 157 Geographical distribution, molecular and toxin diversity of the dinoflagellate species *Gambierdiscus honu* in the Pacific region 2022
- 158 Natural stocks of *Pinctada margaritifera* pearl oysters in Tuamotu and Gambier lagoons: New assessments, temporal evolutions, and consequences for the French Polynesia pearl farming industry 2022
- 159 Food choice motives and dining-out leftover prevention behavior: Integrated perspectives of planned behavior and norm activation 2022
- 160 Exolaccase-boosted humification for agricultural applications 2022
- 161 Food grown on fire stations as a potential pathway for firefighters' exposure to per- and poly-fluoroalkyl substances (PFAS) 2022
- 162 Climate change without extinction: Tasmania's small-mammal communities persisted through the Last Glacial Maximum–Holocene transition 2022
- 163 The role of (in)congruence modes between supervisor prescriptive and descriptive norms on employee green behavior 2022
- 164 Peripheral nerve development in zebrafish requires muscle patterning by *tcf15*/paraxis 2022
- 165 Remote sensing provides new insights on phytoplankton biomass dynamics and black pearl oyster life-history traits in a Pacific Ocean deep atoll 2022
- 166 Spatial and temporal simulation of groundwater recharge and cross-validation with point estimations in volcanic aquifers with variable topography 2022
- 167 Combination of Tsoft and ET34-ANA-V80 software for the preprocessing and analysis of tide gauge data in French Polynesia 2022
- 168 Fouling control investigation by pH optimization during olive mill wastewater ultrafiltration 2022
- 169 Towards environmental protection and process safety in leather processing – A comprehensive analysis and review 2022
- 170 An updated review on the antimicrobial and pharmacological properties of *Uncaria* (Rubiaceae) 2022
- 171 First evidence of human bone pendants from Late Mesolithic Northeast Europe 2022
- 172 Hygrothermal climate analysis: An Australian dataset 2022
- 173 Periodicity of wave-driven flows and lagoon water renewal for 74 Central Pacific Ocean atolls 2022
- 174 Assessing habitat suitability for the translocation of *Ochrosia tahitensis* (Apocynaceae), a critically endangered endemic plant from the island of Tahiti (South Pacific) 2022
- 175 Probing the growth quality of molecular beam epitaxy-grown Bi₂Se₃ films via in-situ spectroscopic ellipsometry 2022

176	Paleogenomics reveals independent and hybrid origins of two morphologically distinct wolf lineages endemic to Japan	2022
177	Peering into the fire – An exploration of volcanic ecosystem services	2022
178	Inferring fault hydrology using groundwater age tracers	2022
179	A forage brassica simulation model using APSIM: Model calibration and validation across multiple environments	2022
180	Examining sediment infill dynamics at Naracoorte cave megafauna sites using multiple luminescence dating signals	2022
181	An Australian climate-based characterization of hygrothermal risks for buildings	2022
182	Tekscan analysis programs (TAP) for quantifying dynamic contact mechanics	2022
183	Wastewater surveillance for SARS-CoV-2 to support return to campus: Methodological considerations and data interpretation	2022
184	Effects of social and personal norms, and connectedness to nature, on pro-environmental behavior: A study of Western Australian protected area visitors	2022
185	Describing Cro-Magnon: The femora, tibiae and fibulae	2022
186	Polynesian medicine used to treat diarrhea and ciguatera: An ethnobotanical survey in six islands from French Polynesia	2022
187	Empowering plastic recycling: Empirical investigation on the influence of social media on consumer behavior	2022
188	Breaking the Blockade: The Bahamas during the Civil War, by Charles D. Ross	2022
189	Visualizing childhood in Upper Palaeolithic societies: Experimental and archaeological approach to artists' age estimation through cave art hand stencils	2022
190	First record of the decapod-egg predator <i>Ovicides paralithodis</i> (Nemertea, Carcinonemertidae) from the snow crab <i>Chionoecetes opilio</i> (Decapoda, Brachyura)	2022
191	Techno-economic analysis of integrated hydrogen and methanol production process by CO ₂ hydrogenation	2022
192	Solar energy harvesting technologies for PV self-powered applications: A comprehensive review	2022
193	Perceptual deterrents of the green consumer	2022
194	Deep eutectic solvent pretreatment of biomass: Influence of hydrogen bond donor and temperature on lignin extraction with high β -O-4 content	2022
195	Physico-chemical characterisation of remains from a Bronze Age ochre-burial in Biniadris cave (Menorca, Spain)	2022
196	Preservation quality of plant macrofossils through a Quaternary cave sediment sequence at Naracoorte, South Australia: Implications for vegetation reconstruction	2022
197	Preparation and characterization of formaldehyde-free wood adhesive from mangrove bark tannin	2022
198	Chapter 11: Dynamic modeling and control of desalination processes	2022
200	Chapter 6: Particulate matter: Interfacial properties, fouling, and its mitigation	2022
201	Chapter 2: Nitrogen, carbon dioxide, argon, neon, krypton, and xenon	2022
202	A quantitative analysis of the reactions of viewers with hearing impairment to the intralingual subtitling of Egyptian movies	2022
203	State Space Representation to Evaluate System Scalability in a Reconfigurable Manufacturing Environment	2022
204	The influence of smartphone use on conservation agricultural practice:	2022

- Evidence from the extension of rice-green manure rotation system in China 2022
- 205 Polyphenol bioactivity evolution during the spontaneous fermentation of vegetal by-products 2022
- 206 Unsupervised spectral-spatial processing of drone imagery for identification of pine seedlings 2022
- 207 Xanthan gum produced by *Xanthomonas campestris* using produced water and crude glycerin as an environmentally friendlier agent to enhance oil recovery 2022
- 208 Effect of tannins from tropical plants on methane production from ruminants: A systematic review 2021
- 209 Different food particle sources in the pearl oyster *Pinctada margaritifera* and its epibionts 2021
- 210 Valorization of *Crocus Sativus* L waste extracts as efficient, eco-friendly and economical inhibitors of scaling: Experimental and computational investigations 2021
- 211 Alkalinity of ocean island lavas decoupled from enriched source components: A case study from the EM1-PRÉMA Tasmanian mantle plume 2021
- 212 Mesophotic Coral Ecosystems in the Eastern Tropical Pacific: The current state of knowledge and the spatial variability of their depth boundaries 2021
- 213 Rapid discovery of potentially vasodilative compounds from *Uncaria* by UHPLC/Q-Orbitrap-MS based metabolomics and correlation analysis 2021
- 214 Wastewater surveillance to infer COVID-19 transmission: A systematic review 2021
- 215 Projected effects of climate change on shallow landslides, North Shore Mountains, Vancouver, Canada 2021
- 216 Antioxidant networks and the microbiome as components of efficiency in dairy cattle 2021
- 217 Chitosan-tripolyphosphate nanoparticles designed to encapsulate polyphenolic compounds for biomedical and pharmaceutical applications – A review 2021
- 218 Tannins medical / pharmacological and related applications: A critical review 2021
- 219 Documenting decadal disturbance dynamics reveals archipelago-specific recovery and compositional change on Polynesian reefs 2021
- 220 Influence of pH and fouling characterization during membrane process for lignin recovery from the process water of thermomechanical pulping 2021
- 221 Emerging harmful algal bloom species over the last four decades in China 2021
- 222 Recent advances of oral film as platform for drug delivery 2021
- 223 Traditional puesteros' perceptions of biodiversity in semi-arid Southern Mendoza, Argentina 2021
- 224 Production of *Daphnia* zooplankton on wastewater-grown algae for sustainable conversion of waste nutrients to fish feed 2021
- 225 Climate change mitigation readiness in the transport sector: a psychological science perspective 2021
- 226 Spectroscopic ellipsometry as an in-situ monitoring tool for Bi₂Se₃ films grown by molecular beam epitaxy 2021
- 227 Me trying to talk about sustainability: Exploring the psychological and social implications of environmental threats through user-generated content 2021
- 228 GIS modeling of lithic procurement in highlands: Archaeological and actualistic approach in the Andes 2021
- 229 Coral conglomerate platforms as foundations for low-lying, reef islands in the French Polynesia (central south Pacific): New insights into the timing and mode of formation 2021

230	Mind the gap: A comparison of socio-technical limitations of national house rating systems in the UK and Australia	2021
231	Seagrass ecosystem contributions to people's quality of life in the Pacific Island Countries and Territories	2021
232	Contribution and limits of portable X-ray fluorescence for studying Palaeolithic rock art: a case study at the Points cave (Aiguèze, Gard, France)	2021
233	Late Pleistocene interstadial sea-levels (MIS 5a) in Gulf St Vincent, southern Australia, constrained by amino acid racemization dating of the benthic foraminifer <i>Elphidium macelliforme</i>	2021
234	Discontinuing β -lactam treatment after 3 days for patients with community-acquired pneumonia in non-critical care wards (PTC): a double-blind, randomised, placebo-controlled, non-inferiority trial	2021
235	The lifestyle of sustainability: Testing a behavioral measure of precycling	2021
236	Hair versus urine for the biomonitoring of pesticide exposure: Results from a pilot cohort study on pregnant women	2021
237	Tannins extraction from <i>Pinus pinaster</i> and <i>Acacia dealbata</i> bark with applications in the industry	2021
238	GstLAL: A software framework for gravitational wave discovery	2021
239	PZT volume fraction's impact on electrical and thermal characterization of the piezoelectric composite PU/PZT	2021
240	Plant wax and carbon isotope response to heat and drought in the conifer <i>Juniperus monosperma</i>	2021
241	Sample preparation and instrumental methods for illicit drugs in environmental and biological samples: A review	2021
242	A comparison of euphemistic strategies applied by MBC4 and Netflix to two Arabic subtitled versions of the US sitcom <i>How I Met Your Mother</i>	2021
243	The protective effect of Indian Catechu methanolic extract against aluminum chloride-induced neurotoxicity, A rodent model of Alzheimer's disease	2021
244	Chapter 2: Forest regions of the world	2021
245	Chapter 11: Common forestry practices	2021
246	Lessons in ecology and conservation from a tropical forest fragment in Singapore	2021
247	Thermal valorization and elemental composition of industrial tannin extracts	2021
248	Chapter 4: Wood tannins: structure, production, and analysis	2021
249	Chapter 46: Ciguatera toxins: toxicity and food safety	2021
250	Alongshore freshwater circulation in offshore aquifers	2021
251	Synthesising tannin-based coagulants for water and wastewater application: A review	2021
252	Contributions of paleoecology to Easter Island's prehistory: A thorough review	2021
253	The influence of long-term ageing on arsenic ecotoxicity in soil	2021
254	Factors impacting the effectiveness of biological pretreatment for the alleviation of algal growth inhibition on anaerobic digestate	2021
255	Chapter 28: Groundwater in Australia—understanding the challenges of its sustainable use	2021
256	Chapter 11: Biopolymers in the automotive and adhesive industries	2021
257	Investigating the determinants of behavioral intentions of generation Z for recycled clothing: an evidence from a developing economy	2021
258	The wave regimes of the Central Pacific Ocean with a focus on pearl farming atolls	2021
259	The genus <i>Uncaria</i> : A review on phytochemical metabolites and biological aspects	2021
260	Recent research progress of <i>Uncaria</i> spp. based on alkaloids:	2021

	phytochemistry, pharmacology and structural chemistry	
261	Thermal, morphological, and mechanical characteristics of sustainable tannin bio-based foams reinforced with wood cellulosic fibers	2020
262	Uptake of Paralytic Shellfish Toxins by Blacklip Abalone (<i>Haliotis rubra rubra</i> Leach) from direct exposure to <i>Alexandrium catenella</i> microalgal cells and toxic aquaculture feed	2020
263	Hybrid energy harvesting technology: From materials, structural design, system integration to applications	2020
264	The pragmatics of audiovisual translation: Voices from within in film subtitling	2020
265	First Pleistocene rock art found in central Europe	2020
266	Neanderthal plant use and stone tool function investigated through non-pollen palynomorphs analyses and pollen washes in the Abri du Maras, South-East France	2020
267	8: Pheromone biosynthesis in <i>Nasonia</i>	2020
268	Sustainability in e-commerce packaging: A review	2020
269	Ciguatera poisonings: A global review of occurrences and trends	2020
270	Personal ornaments from Hayonim and Manot caves (Israel) hint at symbolic ties between the Levantine and the European Aurignacian	2020
271	Do fertility tracking applications offer women useful information about their fertile window?	2020
272	Interpretive Summaries, October 2020	2020
273	Affiliative Other Initiated Repeats (AOIRs) in Arabic broadcast news interviews: The case of Aljazeera's "The Opposite Direction"	2020
274	Real-time synchrotron-based X-ray computed microtomography during in situ emulsification	2020
275	Multiplex detection of 14 fentanyl analogues and U-47700 in biological samples: Application to a panel of French hospitalized patients	2020
276	Monitoring pearl farming lagoon temperature with global high resolution satellite-derived products: An evaluation using Raroia Atoll, French Polynesia	2020
277	Characterization of south central Pacific Ocean wind regimes in present and future climate for pearl farming application	2020
278	An aryl hydrocarbon receptor from the caecilian <i>Gymnopsis multiplicata</i> suggests low dioxin affinity in the ancestor of all three amphibian orders	2020
279	The lagoon geomorphology of pearl farming atolls in the Central Pacific Ocean revisited using detailed bathymetry data	2020
280	Taxonomy and toxicity of a bloom-forming <i>Ostreopsis</i> species (<i>Dinophyceae</i> , <i>Gonyaulacales</i>) in Tahiti island (South Pacific Ocean): one step further towards resolving the identity of <i>O. siamensis</i> .	2020
281	Deep learning emulators for groundwater contaminant transport modelling	2020
282	How engineering designers' social relationships influence green design intention: The roles of personal norms and voluntary instruments	2020
283	Green mode synthesis of silver nanoparticles using <i>Vitis vinifera</i> 's tannin and screening its antimicrobial activity / apoptotic potential versus cancer cells	2020
284	<i>Ostreopsis lenticularis</i> Y. Fukuyo (<i>Dinophyceae</i> , <i>Gonyaulacales</i>) from the South Atlantic Ocean: morphological and molecular characterization	2020
285	Disentangling Cro-Magnon: The adult upper limb skeleton	2020
286	Evaluation of natural plant extracts as antioxidants in a bovine in vitro model of oxidative stress	2020
287	Analysis of the oxypropylation process of a lignocellulosic material, almond	2020

	shell, using the response surface methodology (RSM)	
289	In-situ extraction of depolymerization products by membrane filtration against lignin condensation	2020
290	High effective electrodialytic whey desalination at high temperature	2020
291	Cutting the Internet's Environmental Footprint: An Analysis of Consumers' Self-Attribution of Responsibility	2020
292	Fuelling regional development or exporting value? The role of the gas industry on the Limestone Coast, South Australia	2020
293	Increased efficiency of butanol production from spent sulfite liquor by removal of fermentation inhibitors	2020
294	NMR spectroscopy and micro-analytical techniques for studying the constitutive materials and the state of conservation of an ancient Tapa barkcloth from Polynesia, is. Wallis	2020
295	Deep reinforcement learning-based attitude motion control for humanoid robots with stability constraints	2020
296	A refined chronology for the Gravettian sequence of Abri Pataud	2020
297	Impact of environmental variability on <i>Pinctada margaritifera</i> life-history traits: A full life cycle deb modeling approach	2020
298	Ground deposition of radionuclides in French Polynesia resulting from atmospheric nuclear weapons tests at Mururoa and Fangataufa atolls	2020
299	Blue light-triggered photochemistry and cytotoxicity of retinal	2020
300	Antecedents to Indian consumers' perception of green apparel benefits	2020
301	Making skull cups: Butchering traces on cannibalised human skulls from five European archaeological sites	2020
302	7: Nuclear desalination	2020
303	Chapter 1: Size effect of rock samples	2020
304	Chapter 2: The prehistory: From human settlement to European contact	2020
305	Chapter Six: Dictyotaceae (Dictyotales, Phaeophyceae) species from French Polynesia: current knowledge and future research	2020
306	All you need to know about model predictive control for buildings	2020
307	Climate change and harmful benthic microalgae	2020
308	Optimization of chitosan–tapioca starch composite as polymer in the formulation of gingival mucoadhesive patch film for delivery of gambier (<i>Uncaria gambir</i> Roxb) leaf extract	2020
309	Lignin Carbohydrate Complexes structure preserved throughout downstream processes for their valorization after recovery from industrial process water	2020
310	Chapter 4.1: A critical review of energy behaviour change: The influence of context	2020
311	The Middle and Upper Palaeolithic at La Crouzade cave (Gruissan, Aude, France): New excavations and a chronostratigraphic framework	2020
312	Rock art, performance and Palaeolithic cognitive systems. The example of the Grand Panel palimpsest of Cussac Cave, Dordogne, France	2020
313	Recovery of lignin and lignans enriched fractions from thermomechanical pulp mill process water through membrane separation technology: Pilot-plant study and techno-economic assessment	2020
314	Self-identity and internal environmental locus of control: Comparing their influences on green purchase intentions in high-context versus low-context cultures	2020
315	A systematic scoping review of determinants of multidisciplinary cancer team access and decision-making in the management of older patients diagnosed with colorectal cancer	2020
316	An analysis of modified human teeth at Neolithic Çatalhöyük, Turkey	2020

317	Chapter 2: Stock-list of chiral biomolecules	2020
318	Influence of gambier extract modification as inhibitor of calcium sulfate scale formation	2020
319	Liquid smoke of coconut shell as green inhibitor of calcium carbonate scale formation	2020
320	Characterisation of Two Toxic Gambierdiscus spp. (Gonyaulacales, Dinophyceae) from the Great Barrier Reef (Australia): <i>G. lewisii</i> sp. nov. and <i>G. holmesii</i> sp. nov.	2020
321	Linking sustainable product attributes and consumer decision-making: Insights from a systematic review	2020
322	P2.14-21 Liquid Biopsy in Lung Cancer: Comparison Between Real-Time PCR and MALDI-TOF for ctDNA Molecular Profiling	2019
323	A second type of highly asphaltic crude oil seepage stranded on the South Australian coastline	2019
324	Direct radiocarbon dates of mid Upper Palaeolithic human remains from Dolní Věstonice II and Pavlov I, Czech Republic	2019
325	Addressing knowledge gaps between stakeholders in payments for watershed services: Case of Koto Panjang hydropower plant catchment area, Sumatra, Indonesia	2019
326	Foliar pathogens of eucalypts	2019
327	Hydroxyalkylation of condensed tannins: Comparison of proanthocyanidin extraction process and epoxide chain length on physicochemical properties	2019
328	Perceptual and motivational reasons for the low adoption of electric cars in Denmark	2019
329	Lost in transition: Between late pleistocene and Early Holocene around the adriatic	2019
330	Future emerging technologies in the wind power sector: A European perspective	2019
331	Scale inhibition effect of <i>Hylocereus undatus</i> solution on calcium carbonate formation	2019
332	Nudged by a robot: Responses to agency and feedback	2019
333	Uncariitannin, a polyphenolic polymer from <i>Uncaria gambier</i> , attenuates <i>Staphylococcus aureus</i> virulence through an MgrA-mediated regulation of α -hemolysin	2019
334	Fracking and indoor radon: Spurious correlation or cause for concern?	2019
335	Combined geophysical and analytical methods to estimate offshore freshwater extent	2019
336	Understanding contextual factors affecting the adoption of energy-efficient household products in Jordan	2019
337	Petrogenesis of shield volcanism from the Juan Fernández Ridge, Southeast Pacific: Melting of a low-temperature pyroxenite-bearing mantle plume	2019
338	Society-based solutions to coral reef threats in french pacific territories	2019
339	Coral Li/Mg thermometry: Caveats and constraints	2019
340	New anthropological data from Cussac Cave (Gravettian, Dordogne, France): In situ and virtual analyses of Locus 3	2019
341	Airborne wind energy resource analysis	2019
342	<i>Ostreopsis lenticularis</i> Y. Fukuyo (Dinophyceae, Gonyaulacales) from French Polynesia (South Pacific Ocean): A revisit of its morphology, molecular phylogeny and toxicity	2019
343	Influence of proteins and humic-like substances from soluble microbial products on membrane bioreactor fouling under normal and stress conditions	2019
344	Materia medica chests: Investigating the 19th century use of botanicals by different medical professions	2019

345	Chapter 7: Bioactive Phytocomponents and Their Analysis	2019
346	13: Valorization of Residues From Beverage Production	2019
347	Chapter 7: Tannin-Based Bioresin as Adhesives	2019
348	Soil elemental analysis in a high conservation tropical forest in Singapore	2019
349	Combustion features from short-lived intermittent occupation at a 1300-year-old Coast Salish rock shelter, British Columbia: The microstratigraphic data	2019
350	Improving the chronological framework for Laugerie-Haute Ouest (Dordogne, France)	2019
351	Attributing variations of temporal and spatial groundwater recharge: A statistical analysis of climatic and non-climatic factors	2019
352	Sources of the ochres associated with the Lower Magdalenian “Red Lady” human burial and rock art in El Mirón Cave (Cantabria, Spain)	2019
353	Embalmed heads of the Celtic Iron Age in the south of France	2019
354	Lead (Pb) isotope signatures for silcrete sources from the Willandra Lakes region, Australia: A pilot study of a new method for provenancing silcrete artefacts	2019
355	The power of spirituality	2018
356	Taxonomy and toxin production of <i>Gambierdiscus carpenteri</i> (Dinophyceae) in a tropical marine ecosystem: The first record from the Philippines	2018
357	The research trends and contributions of System's publications over the past four decades (1973–2017): A bibliometric analysis	2018
358	Chapter 5: Polyphenols Resources in Indonesia From Economic Perspective	2018
359	Index	2018
360	Chapter 5: The Earliest Subcontinental Lithospheric Mantle	2018
361	Chapter 34: The Pitcairn Islands	2018
362	Late Holocene plant use in the Sierras Pampeanas of Argentina: Evidence from phytoliths and starch grains	2018
363	Simulated seasonal responses of grazed dairy pastures to nitrogen fertilizer in SE Australia: Pasture production	2018
364	Disentangling Cro-Magnon: A multiproxy approach to reassociate lower limb skeletal remains and to determine the biological profiles of the adult individuals	2018
365	The role of plant functional traits in understanding forest recovery in wet tropical secondary forests	2018
366	Diagramming Evolution: The Case of Darwin’s Trees	2018
367	Human Papillomavirus and Oropharyngeal Cancer Among Indigenous Australians: Protocol for a Prevalence Study of Oral-Related Human Papillomavirus and Cost-Effectiveness of Prevention	2018
368	Developments in oilfield scale handling towards green technology-A review	2018
369	Differential toxin profiles of ciguatoxins in marine organisms: Chemistry, fate and global distribution	2018
370	A Healthy Eating Education Program for Midwives to Investigate and Explore Their Knowledge, Understanding, and Confidence to Support Pregnant Women to Eat Healthily: Protocol for a Mixed-Methods Study	2018
371	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar ages of alkali feldspar xenocrysts constrain the timing of intraplate basaltic volcanism	2018
372	Insights into Aurignacian daily life and camp organization: The open-air site of Régismont-le-Haut	2018
373	A revised phylogeny of macropathine cave crickets (Orthoptera: Rhaphidophoridae) uncovers a paraphyletic Australian fauna	2018
374	Variable sulfur isotope composition of sulfides provide evidence for	2018

- multiple sources of contamination in the Rustenburg Layered Suite, Bushveld Complex
- 375 Genomic characterization of coagulase-negative staphylococci including methicillin-resistant *Staphylococcus sciuri* causing bovine mastitis 2018
- 376 Interfacial boundary conditions and residual trapping: A pore-scale investigation of the effects of wetting phase flow rate and viscosity using micro-particle image velocimetry 2018
- 377 Relationship of bioaccessibility and fractionation of cadmium in long-term spiked soils for health risk assessment based on four in vitro gastrointestinal simulation models 2018
- 378 Mapping the spatial distribution of chloride deposition across Australia 2018
- 379 The onshore influence of offshore fresh groundwater 2018
- 380 Production of oil palm (*Elaeis guineensis*) fronds lignin-derived non-toxic aldehyde for eco-friendly wood adhesive 2018
- 381 Multi-isotopic analysis of first Polynesian diet (Talasiu, Tongatapu, Kingdom of Tonga) 2018
- 382 Ivory Ornaments of the Aurignacian in Western Europe: Case studies from France and Germany 2018
- 383 Synthesis of unexplored aminophosphonic acid and evaluation as scale inhibitor for industrial water applications 2018
- 384 Ground penetrating radar in the medieval oyster shell middens of Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée, France) 2018
- 385 Beyond art: The internal archaeological context in Paleolithic decorated caves 2018
- 386 Climate change behaviors related to purchase and use of personal cars: Development and validation of eco-socially conscious consumer behavior scale 2018
- 387 Chapter 13: Microalgae and Toxins 2018
- 388 Chapter 7: Occurrence of Natural Toxins in Seafood 2018
- 389 A revision of the Old World Black Nightshades (Morelloid clade of *Solanum* L., Solanaceae) 2018
- 390 Copper interactions on arsenic bioavailability and phytotoxicity in soil 2018
- 391 Gravettian tear-drop-shaped beads 2018
- 392 Emulation of recharge and evapotranspiration processes in shallow groundwater systems 2017
- 393 kemenyan (*Styrax benzoin* Dryand) extract as green inhibitor of calcium carbonate (CaCO_3) crystallization 2017
- 394 Using descriptive norm appeals effectively to promote green behavior 2017
- 395 Differential expression of putative sodium-dependent cation-chloride cotransporters in *Aedes aegypti* 2017
- 396 Chemical crosslinking of biopolymeric scaffolds: Current knowledge and future directions of crosslinked engineered bone scaffolds 2017
- 397 Estimating groundwater recharge and its associated uncertainty: Use of regression kriging and the chloride mass balance method 2017
- 398 Evidence of Neanderthals in the Balkans: The infant radius from Kozarnika Cave (Bulgaria) 2017
- Interactions of multi-scale heterogeneity in the lithosphere: Australia
- 399 “Canary Islands (NE Atlantic) as a biodiversity ‘hotspot’ of *Gambierdiscus*: Implications for future trends of ciguatera in the area” 2017
- 400 Taxonomic assignment of the benthic toxigenic dinoflagellate *Gambierdiscus* sp. type 6 as *Gambierdiscus balechii* (Dinophyceae), including its distribution and ciguatoxicity 2017
- 401 Adaptive Expert Generalized Predictive Multivariable Control of Seawater 2017

	RO Desalination Plant for a Mineral Processing Facility	
402	New data on the paleobiology of the Gravettian individual L2A from Cussac cave (Dordogne, France) through a virtual approach	2017
403	Mycosphaerellaceae – Chaos or clarity?	2017
404	Influence of preoperative food and temperature conditions on pearl biogenesis in <i>Pinctada margaritifera</i>	2017
405	Modification of Gambier extracts as green inhibitor of calcium carbonate (CaCO ₃) scale formation	2017
406	LSU rDNA based RFLP assays for the routine identification of <i>Gambierdiscus</i> species	2017
407	Advancing tephrochronology as a global dating tool: Applications in volcanology, archaeology, and palaeoclimatic research	2017
408	Study of adsorption/desorption properties of a new scale inhibitor package to prevent calcium carbonate formation during water injection in oil reservoirs	2017
409	A regional approach to prehistoric landscape use in West-Central Argentina	2017
410	Did biogeographical processes shape the monogenean community of butterflyfishes in the tropical Indo-west Pacific region?	2017
411	Is demineralization with dilute hydrofluoric acid a viable method for isolating mineral stabilized soil organic matter?	2017
412	Mantle transition zone-derived EM1 component beneath NE China: Geochemical evidence from Cenozoic potassic basalts	2017
413	Inhibition of calcium carbonate (CaCO ₃) scale formation by calix [4] resorcinarene compounds	2017
414	Hydrogeology and management of freshwater lenses on atoll islands: Review of current knowledge and research needs	2017
415	Phylogeny and biogeography of the imperial pigeons (Aves: Columbidae) in the Pacific Ocean	2017
416	Diet and habitat of the saiga antelope during the late Quaternary using stable carbon and nitrogen isotope ratios	2017
417	Cussac Cave (Dordogne, France): The role of the rock support in the parietal art distribution, technical choices, and intentional and unintentional marks on the cave walls	2017
418	Purchasing organic products: role of social context and consumer innovativeness	2017
419	More surprises in the global greenhouse: Human health impacts from recent toxic marine aerosol formations, due to centennial alterations of world-wide coastal food webs	2017
420	Chapter 39: Sodium Chloride Preservation in Duck Eggs	2017
421	Chapter One: Discovery of New Glycosidases From Metagenomic Libraries	2017
422	A taxonomic revision of the subfamily Tillinae Leach sensu lato (Coleoptera, Cleridae) in the New World	2017
423	A novel hybrid energy harvester with increased power density	2017
424	Variability and long-term change in Australian temperature and precipitation extremes	2016
425	On the probable composition of ‘Jamaican stone’ aphrodisiac	2016
426	Influence of metal cations on leather degradation	2016
427	Characterization of an archaeological decorated bark cloth from Agakautai Island, Gambier archipelago, French Polynesia	2016
428	SIOG 2016 – Abstract Submission – Poster Presentations	2016
429	In-situ characterization of wettability and pore-scale displacements during two- and three-phase flow in natural porous media	2016
430	Death of embryos from 2300-year-old quinoa seeds found in an	2016

	archaeological site	
431	Chapter 44: Science and Technology in Human Societies: From Tool Making to Technology	2016
432	Motivating sustainable consumption among Chinese adolescents: An empirical examination	2016
433	Enzymatic biotransformation of polyphenolics increases antioxidant activity of red and white grape pomace	2016
434	Deep-sea mining prospects in French Polynesia: Governance and the politics of time	2016
435	Species delimitation in the reef coral genera <i>Echinophyllia</i> and <i>Oxypora</i> (Scleractinia, Lobophylliidae) with a description of two new species	2016
436	Palaeoenvironment and dating of the Early Acheulean localities from the Somme River basin (Northern France): New discoveries from the High Terrace at Abbeville-Carrière Carpentier	2016
437	First Holocene cryptotephra in mainland Australia reported from sediments at Lake Keilambete, Victoria, Australia	2016
438	Good geography, good institutions? Historical evidence from nineteenth-century British colonies	2016
439	Modeling wetland plant metrics to improve the performance of vegetation-based indices of biological integrity	2016
440	Geological and Exploration Models of Beach Placer Deposits, Integrated from Case-Studies of Southern Australia	2016
441	Evidence of the bioaccumulation of ciguatoxins in giant clams (<i>Tridacna maxima</i>) exposed to <i>Gambierdiscus</i> spp. cells	2016
442	Interpreting chemical compositions of small scale basaltic systems: A review	2016
443	Tannin-based biosorbents for environmental applications – A review	2016
444	“Among the Boer Children”	2016
445	Estimation of 3-D pore network coordination number of rocks from watershed segmentation of a single 2-D image	2016
446	Correlations between cultured pearl size parameters and PIF-177 biomarker expression in <i>Pinctada margaritifera</i> families reared in two contrasting environments	2016
447	Micro-scale experimental investigation of the effect of flow rate on trapping in sandstone and carbonate rock samples	2016
448	Biodegradability and plasticizing effect of yerba mate extract on cassava starch edible films	2016
449	Historical and contemporary perspectives of the Nyonya food culture in Malaysia	2016
450	Activité anti-âge de l'extrait de <i>Fitchia nutans</i> , un ingrédient cosméticeutique d'un monoï traditionnel polynésien	2016
451	Effects of arsenic and cadmium on bioaccessibility of lead in spiked soils assessed by Unified BARGE Method	2016
452	Advanced biobased and rigid foams, based on urethane-modified isocyanurate from oxypropylated gambier tannin polyol	2016
453	Influence of solvents on the composition of condensed tannins in grape pomace seed extracts	2016
454	Culture site dependence on pearl size realization in <i>Pinctada margaritifera</i> in relation to recipient oyster growth and mantle graft biomineralization gene expression using the same donor phenotype	2016
455		2016

456	Comparing the energy performance of Australian houses using NatHERS modelling against measured household energy consumption for heating and cooling	2016
457	Hunting fast-moving, low-turnover small game: The status of the snowy owl (<i>Bubo scandiacus</i>) in the Magdalenian	2016
458	Synthesis of itaconic acid—sodium allylsulfonate—sodium hypophosphite copolymer and evaluation of its scale and corrosion inhibition performance	2016
459	Mousterian in Balzi Rossi (Ventimiglia, Liguria, Italy): New insights and old collections	2016
460	The exploitation of ungulates in the Magdalenian in the Entre-Deux-Mers (Gironde, France)	2016
461	Imaging and image-based fluid transport modeling at the pore scale in geological materials: A practical introduction to the current state-of-the-art	2016
462	Liver Neuropathology and Ophthalmic Pathology	2016
463	Bioaccessibility of arsenic and cadmium assessed for in vitro bioaccessibility in spiked soils and their interaction during the Unified BARGE Method (UBM) extraction	2016
464	Inhibition of calcium carbonate and sulfate scales by a non-phosphorus terpolymer AA-APEY-AMPS	2016
465	Aeroelastic energy harvesting: A review	2016
466	The horse mandibles at Duruthy rockshelter (Sorde-l'Abbaye, Landes, France) and the identification of ontological systems in the Pyrenean Magdalenian	2016
467	Are residents of aged care facilities willing to have their medications deprescribed?	2016
468	Sorption parameters as a predictor of arsenic phytotoxicity in Australian soils	2016
469	Green purchase behavior of undergraduate students in Hong Kong	2016
470	Position of the posterior skullcap fragment from Sendang Klampok (Sangiran Dome, Java, Indonesia) among the Javanese <i>Homo erectus</i> record	2016
471	Lithic tool kits: A Metronome of the evolution of the Magdalenian in southwest France (19,000–14,000 cal BP)	2016
472	Preliminary zooarchaeological analysis of Dupuy Rockshelter (La Toma, San Luis Province, Argentina): Faunal and paleoenvironmental tendencies related to geoarchaeological and phytoarchaeological evidence	2016
473	Experimental study of some important factors on nonwetting phase recovery by cocurrent spontaneous imbibition	2015
474	Pore-water chemistry explains zinc phytotoxicity in soil	2015
475	Residue and microwear analyses of the stone artifacts from Schöningen	2015
476	Review and evaluation of using household metered energy data for rating of building thermal efficiency of existing buildings	2015
477	Subsurface structure of a large basaltic maar volcano examined using geologically constrained potential field modelling, Lake Purrumbete Maar, Newer Volcanics Province, southeastern Australia	2015
478	Environment and subsistence in north-western Europe during the Younger Dryas: An isotopic study of the human of Rhünda (Germany)	2015

479	On the local Mousterian origin of the Châtelperronian: Integrating typotechnological, chronostratigraphic and contextual data	2015
480	Validating nine clear sky radiation models in Australia	2015
481	Study of the prospects for agricultural utilization of sludge produced from WWTPS in North Central Algeria	2015
482	Petit-spot geology reveals melts in upper-most asthenosphere dragged by lithosphere	2015
483	Synthesis and characterization of bio-polyols through the oxypropylation of bark and alkaline extracts of bark	2015
484	Medicinal uses, phytochemistry and pharmacology of the genus <i>Uncaria</i>	2015
485	Towards the reconstruction of the shallow plumbing system of the Barombi Mbo Maar (Cameroon) Implications for diatreme growth processes of a polygenetic maar volcano	2015
486	A Magdalenian decorated baguette demi-ronde from Grotte de l'Abbé (Charente, France)	2015
487	Identifying coherent patterns of environmental change between multiple, multivariate records: an application to four 1000-year diatom records from Victoria, Australia	2015
488	The demography of the Upper Palaeolithic hunter-gatherers of Southwestern France: A multi-proxy approach using archaeological data	2015
489	Minute resolution estimates of the diffuse fraction of global irradiance for southeastern Australia	2015
490	Upper Palaeolithic ritualistic cannibalism at Gough's Cave (Somerset, UK): The human remains from head to toe	2015
491	Isotopic tracking of large carnivore palaeoecology in the mammoth steppe	2015
492	Dietary inferences through dental microwear and isotope analyses of the Lower Magdalenian individual from El Mirón Cave (Cantabria, Spain)	2015
493	Spatial distribution analysis of the Lower Magdalenian human burial in El Mirón Cave (Cantabria, Spain)	2015
494	Using range filling rather than prevalence of invasive plant species for management prioritisation: the case of <i>Spathodea campanulata</i> in the Society Islands (South Pacific)	2015
495	"The Red Lady of El Mirón". Lower Magdalenian life and death in Oldest Dryas Cantabrian Spain: an overview	2015
496	Investigation of calcium carbonate precipitation in the presence of fluorescent-tagged scale inhibitor for cooling water systems	2015
497	Evaluating the transitional mosaic: frameworks of change from Neanderthals to <i>Homo sapiens</i> in eastern Europe	2015
498	Oxyalkylation of gambier tannin—Synthesis and characterization of ensuing biobased polyols	2015
499	Helminthiasis and medicinal plants: a review	2015
500	Chapter 12: Oxindole Alkaloids of <i>Uncaria</i> (Rubiaceae, Subfamily Cinchonoideae): A Review on Its Structure, Properties, and Bioactivities	2015
501	13: Membrane technologies for seawater desalination and brackish water treatment	2015
502	The Condition of <i>Uncaria Gambir</i> Roxb. as One of Important Medicinal Plants in North Sumatra Indonesia	2015
503		2015

504	Performance of an environmentally friendly anti-scalant in CaSO ₄ scale inhibition	2015
505	Higher-level phylogeny of the Hymenoptera inferred from mitochondrial genomes	2015
506	204: Effect of magnesium and neutrophils on an in vitro fetal blood brain barrier model	2015
507	Tracking possible decline of woolly mammoth during the Gravettian in Dordogne (France) and the Ach Valley (Germany) using multi-isotope tracking (13C, 14C, 15N, 34S, 18O)	2015
508	Phytochemistry and activity against digestive pathogens of grape (<i>Vitis vinifera</i> L.) stem's (poly)phenolic extracts	2015
509	Middle infrared (ATR FT-MIR) characterization of industrial tannin extracts	2015
510	Quaternary fluvial archives and landscape evolution: a global synthesis	2015
511	Submarine groundwater discharge from the South Australian Limestone Coast region estimated using radium and salinity	2015
512	Reconstruction of the Gravettian food-web at Předmostí I using multi-isotopic tracking (13C, 15N, 34S) of bone collagen	2015
513	Chapter 3: Redistribution to the Rich The Pretty Hill Formation as a natural analogue for CO ₂ storage: An investigation of mineralogical and isotopic changes associated with sandstones exposed to low, intermediate and high CO ₂ concentrations over geological time	2015
514	Modeling, simulation and performance evaluation of a community scale PVRO water desalination system operated by fixed and tracking PV panels: A case study for Dhahran city, Saudi Arabia	2015
515	Occupations and status of the Abri Pataud (Dordogne, France) during the Final Gravettian	2015
516	Influence of grafter skill and season on cultured pearl shape, circles and rejects in <i>Pinctada margaritifera</i> aquaculture in Mangareva lagoon	2015
517	Calcium binding to <i>Procambarus clarkii</i> sarcoplasmic calcium binding protein splice variants	2015
518	The modern human colonization of western Eurasia: when and where?	2014
519	Moving from local to State water governance to resolve a local conflict between irrigated agriculture and commercial forestry in South Australia	2014
520	Multiobjective model predictive control for dynamic pickup and delivery problems	2014
521	Dynamics of ciguatoxins from <i>Gambierdiscus polynesiensis</i> in the benthic herbivore <i>Mugil cephalus</i> : Trophic transfer implications	2014
522	Determination of total iodine in French Polynesian foods: Method validation and occurrence data	2014
523	Biofouling development and its effect on growth and reproduction of the farmed pearl oyster <i>Pinctada margaritifera</i>	2014
524	The composition of cell walls from grape marcs is affected by grape origin and enological technique	2014
525	Recent developments in the study of the Upper Paleolithic of Vasco-Cantabrian Spain	2014
526	First recorded evidence of subaqueously-deposited late Pleistocene interstadial (MIS 5c) coastal strata above present sea level in Australia	2014

527	Climate variability in south-eastern Australia over the last 1500 years inferred from the high-resolution diatom records of two crater lakes	2014
528	Isotopic evidence on human bone for declining maize consumption during the little ice age in central western Argentina	2014
529	Bone and enamel carbonate diagenesis: A radiocarbon prospective	2014
530	Insights into mantle-type volatiles contribution from dissolved gases in artesian waters of the Great Artesian Basin, Australia	2014
531	Middle Paleolithic and Uluzzian human remains from Fumane Cave, Italy	2014
532	Local economies of mobility in sparsely populated areas: Cases from Australia's spine	2014
533	Evidence for a 15N positive excursion in terrestrial foodwebs at the Middle to Upper Palaeolithic transition in south-western France: Implications for early modern human palaeodiet and palaeoenvironment	2014
534	Modelling how much extra motorists pay on the road? A cross-sectional study of profit margins of unleaded petrol in Australia	2014
535	A new method for preparing tannin-based foams	2014
536	Pore-scale imaging of trapped supercritical carbon dioxide in sandstones and carbonates	2014
537	Chapter 13: Biologically Active Compounds from the Genus <i>Uncaria</i> (Rubiaceae)	2014
538	6: Enumeration of dyes	2014
539	A Microgrid Library in a General Simulation Language	2014
540	Formulation of Nanoencapsulated Catechin with Chitosan as Encapsulation Material	2014
541	Biogeography of tropical Indo-West Pacific parasites: A cryptic species of <i>Transversotrema</i> and evidence for rarity of <i>Transversotrematidae</i> (Trematoda) in French Polynesia	2014
542	Optimization of polyphenols extraction from grape residues in water medium	2014
543	Kinetics of the hydrothermal treatment of tannin for producing carbonaceous microspheres	2014
544	3.3: Sampling Mantle Heterogeneity through Oceanic Basalts: Isotopes and Trace Elements	2013
545	Multi-objective optimal design of feedback controls for dynamical systems with hybrid simple cell mapping algorithm	2013
546	Circulation of whale-bone artifacts in the northern Pyrenees during the late Upper Paleolithic	2013
547	Spatial interpolation of McArthur's Forest Fire Danger Index across Australia: Observational study	2013
548	Slow recovery of a secondary tropical forest in Southeast Asia	2013
549	Were bears or lions involved in salmon accumulation in the Middle Paleolithic of the Caucasus? An isotopic investigation in Kudaro 3 cave	2013
550	Human talus bones from the Middle Pleistocene site of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)	2013
551	Vegetation changes and human settlement of Easter Island during the last millennia: a multiproxy study of the Lake Raraku sediments	2013
	Validation of temperature–precipitation based aridity index: Paleoclimatic implications	2013

552	First evidence of the presence of S-cysteinylated and S-glutathionylated precursors in tannins	2013
553	Bayesian age-depth modelling of Late Quaternary deposits from Wet and Blanche Caves, Naracoorte, South Australia: A framework for comparative faunal analyses	2013
554	Coupled Hf–Nd–Pb isotope co-variations of HIMU oceanic island basalts from Mangaia, Cook-Austral islands, suggest an Archean source component in the mantle transition zone	2013
555	Characterization of monomeric and multimeric snake neurotoxins and other bioactive proteins from the venom of the lethal Australian common copperhead (<i>Austrelaps superbus</i>)	2013
556	Seasonal patterns in daily prices of unleaded petrol across Australia	2013
557	Chapter 2: Forest Regions of the World	2013
558	Chapter 11: Common Forestry Practices	2013
559	Index	2013
560	Chapter Viii: Dyes For Postiche	2013
561	10th Annual World Congress on Insulin Resistance, Diabetes & Cardiovascular Disease (WCIRDC): November 1–3, 2012 Los Angeles, CA	2013
562	Backfiling Strategy at Gag Island, PT Gag Nickel, Subsidiary of PT ANTAM (Persero) Tbk	2013
563	Anterior tooth root morphology and size in Neanderthals: Taxonomic and functional implications	2013
564	Cultural diversity, racialisation and the experience of racism in rural Australia: the South Australian case	2013
565	Human–climate interaction during the Early Upper Paleolithic: testing the hypothesis of an adaptive shift between the Proto-Aurignacian and the Early Aurignacian	2013
566	“Rubber will not keep in this country”: Failed development in Benin, 1897–1921	2013
567	Imaging crustal structure variation across southeastern Australia	2013
568	Platinum-group element systematics and petrogenetic processing of the continental upper mantle: A review	2013
569	Middle Pleistocene human facial morphology in an evolutionary and developmental context	2013
570	Applicability of vertical-equilibrium and sharp-interface assumptions in CO ₂ sequestration modeling	2013
571	Compositions and chemical variability of grape pomaces from French vineyard	2013
572	Nitrogen-doped carbon materials produced from hydrothermally treated tannin	2013
573	X-ray imaging and analysis techniques for quantifying pore-scale structure and processes in subsurface porous medium systems	2013
574	Phylogeny, biogeography, and evolution of sex expression in the southern hemisphere genus <i>Leptinella</i> (Compositae, Anthemideae)	2013
575	8500-year-old Late Mesolithic garment embroidery from Vlasac (Serbia): Technological, use-wear and residue analyses	2013
576	The genus <i>Cladosporium</i>	2013
577		2013
578		2013

579	Environmental context of the Magdalenian settlement in the Jura Mountains using stable isotope tracking (13C, 15N, 34S) of bone collagen from reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	2013
580	Three-dimensional potential field modelling of a multi-vent maar-diatreme — The Lake Coragulac maar, Newer Volcanics Province, south-eastern Australia	2013
581	Abstracts	2013
582	<u>Pore-scale imaging and modelling</u>	2012
583	Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice	2012
584	Funeral practices and foodstuff behaviour: What does eat meat mean? Stable isotope analysis of Middle Neolithic populations in the Languedoc region (France)	2012
585	From flakes to grooves: A technical shift in antlerworking during the last glacial maximum in southwest France	2012
586	Induction of cytochrome P450 family 1 mRNAs and activities in a cell line from the frog <i>Xenopus laevis</i>	2012
587	Body Image Development – Girl Children	2012
588	Recent research for pearl oyster aquaculture management in French Polynesia	2012
589	A Laboratory Experiment for Teaching Bioprocess Control Part 1: Hardware Setting	2012
590	Cultural Determinants in the Design of Bugis Houses	2012
591	Experimental evidence for interaction of water vapor and platinum crucibles at high temperatures : Implications for volatiles from igneous rocks and minerals	2012
592	Stratigraphic and technological evidence from the middle palaeolithic-Châtelperronian-Aurignacian record at the Bordes-Fitte rockshelter (Roches d'Abilly site, Central France)	2012
593	Comparative analysis of high conversion achievable in thorium-fueled slightly modified CANDU and PWR reactors	2012
594	9th Annual World Congress on Insulin Resistance, Diabetes & Cardiovascular Disease (WCIRDC)	2012
595	Gambierdiscus and Ostreopsis: Reassessment of the state of knowledge of their taxonomy, geography, ecophysiology, and toxicology	2011
596	Melt inclusion Pb-isotope analysis by LA–MC–ICPMS: Assessment of analytical performance and application to OIB genesis	2011
597	Application of sedimentary and chronological analyses to refine the depositional context of a Late Pleistocene vertebrate deposit, Naracoorte, South Australia	2011
598	Shortening the Xerostomia Inventory	2011
599	Argentinean Andean propolis associated with the medicinal plant <i>Larrea nitida</i> Cav. (Zygophyllaceae). HPLC–MS and GC–MS characterization and antifungal activity	2011
600	The <i>Homo aurignaciensis hauseri</i> from Combe-Capelle – A Mesolithic burial	2011
601	Is the MP-EUP transition also an economic and social revolution?	2011

602	New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages for selected young (<1 Ma) basalt flows of the Newer Volcanic Province, southeastern Australia	2011
603	Analysis of ancient human DNA and primer contamination: One step backward one step forward	2011
604	Monitoring of dissolved ciguatoxin and maitotoxin using solid-phase	2011
605	adsorption toxin tracking devices: Application to <i>Gambierdiscus pacificus</i> in culture	2011
	Stable isotopes and human diet in central western Argentina	
	13: Doing Business With Europeans: European Union: Principally France,	2011
606	Germany, Great Britain, Greece, Ireland, Italy, Poland, Russia, Spain, and	2011
607	Turkey	2011
608	Contents	
	11: The British Earlier Upper Palaeolithic: Settlement and Chronology	
609	Measuring tree stem diameters using intensity profiles from ground-based scanning lidar from a fixed viewpoint	2011
	Tephrochronology and its application: A review	2010
610	Gambier extracts as an inhibitor of calcium carbonate (CaCO_3) scale formation	
611	6000years of environmental changes recorded in Blue Lake, South Australia, based on ostracod ecology and valve chemistry	2010
612	Impact of climatic and soil conditions on environmental fate of atrazine used under plantation forestry in Australia	2010
613	The unwanted guests of hermits: A global review of the diversity and natural history of hermit crab parasites	2010
614	Changes in plasma hormone levels correlate with fledging in nestling Leach's storm-petrels	2010
615	OSL dating of a Pleistocene maar: Birket Ram, the Golan heights	2010
616	Subsistence activities and the sexual division of labor in the European Upper Paleolithic and Mesolithic: Evidence from upper limb enthesopathies	2010
617	Global distribution of ciguatera causing dinoflagellates in the genus <i>Gambierdiscus</i>	2010
618	New data on the Late Mousterian in Mediterranean France: First radiocarbon (AMS) dates at Saint-Marcel Cave (Ardèche)	2010
619	Stable isotope analysis of Late Upper Palaeolithic human and faunal remains from Grotta del Romito (Cosenza), Italy	2010
620	World-wide occurrence of the toxic dinoflagellate genus <i>Ostreopsis</i> Schmidt	2010
621	A new visual library for design and simulation of solar desalination systems (SDS)	2010
622		2010
623	8.07: Marine Natural Products and Marine Chemical Ecology Abstracts	
624	Spectral mixture analysis to monitor defoliation in mixed-aged <i>Eucalyptus globulus</i> Labill plantations in southern Australia using Landsat5-TM and EO-1Hyperion data	2010
625	Productivity of three successive rotations of <i>P. radiata</i> plantations in South Australia over a century	2010
	Detection and quantification of maitotoxin-like compounds using a neuroblastoma (Neuro-2a) cell based assay. Application to the screening of maitotoxin-like compounds in <i>Gambierdiscus</i> spp.	2010
626		2010
627		2010

628	2.09: Bioactive Metabolites from Marine Dinoflagellates	2010
	Meta-learning approach to neural network optimization	
629	Effect of cytochrome P450 polymorphism on arachidonic acid metabolism and their impact on cardiovascular diseases	2010
	On the origin of <i>Halipeurus heraldicus</i> on Round Island petrels: Cophylogenetic relationships between petrels and their chewing lice	2010
630	Effect based monitoring of seasonal ambient air exposures in Australia sampled by PUF passive air samplers	2010
631	Managed care and measuring medical outcomes: Did the rise of HMOs contribute to the fall in the autopsy rate?	2010
632	Responsiveness of a <i>Xenopus laevis</i> cell line to the aryl hydrocarbon receptor ligands 6-formylindolo[3,2-b]carbazole (FICZ) and 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)	2010
633	Ciguatera: A public health perspective	2010
634	Cosmogenic ²¹ Ne exposure dating of young basaltic lava flows from the Newer Volcanic Province, western Victoria, Australia	2010
635	Quality requirements in developing countries	2010
636	Determination of urban groundwater pollution in alluvial aquifer using linked process models considering urban water cycle	2010
637	Interpretation of pre-AD 472 Roman soils from physicochemical and mineralogical properties of buried tephric paleosols at Somma Vesuviana ruin, southwest Italy	2010
638	Ciguatera risk management in French Polynesia: The case study of Raivavae Island (Australes Archipelago)	2009
639	The early Lateglacial re-colonization of Britain: new radiocarbon evidence from Gough's Cave, southwest England	2009
640	Reviewing human–environment interactions in arid regions of southern South America during the past 3000 years	2009
641	Examining the phylogeny of the Australasian Lymnaeidae (Heterobranchia: Pulmonata: Gastropoda) using mitochondrial, nuclear and morphological markers	2009
642	Chapter 1: Gene–Environment Interactions: Where are we and where should we be Going?	2009
643	CHAPTER 4: Footwear components and construction methods	2009
644	Chapter 5: A taxonomic approach to the study of medicinal plants and animal-derived drugs	2009
645	Chapter 35: Herbal medicine in Britain and Europe: regulation and practice	2009
646	Index	2009
647	Restoration of vegetation communities of created depressional marshes in Ohio and Colorado (USA): The importance of initial effort for mitigation success	2009
648	Stable isotope analysis of human and animal remains from the Late Upper Palaeolithic site of Balma Guilanyà, southeastern Pre-Pyrenees, Spain	2009
649	W isotope compositions of oceanic islands basalts from French Polynesia and their meaning for core–mantle interaction	2009
650	Direct dating of the “Gravettian” Balla child's skeleton from Bükk Mountains (Hungary): unexpected results	2008
651		2008

652	From the Bay of Naples to the River Don: the Campanian Ignimbrite eruption and the Middle to Upper Paleolithic transition in Eastern Europe	2008
653	The “Red Lady” ages gracefully: new ultrafiltration AMS determinations from Paviland	
654	Timescales and cultural process at 40,000BP in the light of the Campanian Ignimbrite eruption, Western Eurasia	2008
	Fossil dogs and wolves from Palaeolithic sites in Belgium, the Ukraine and Russia: osteometry, ancient DNA and stable isotopes	2008
655	Validation of use of a traditional remedy from <i>Bridelia grandis</i> (Pierre ex Hutch) stem bark against oral <i>Streptococci</i>	2008
656	Neuroprotective effects of Yi-Gan San against beta amyloid-induced cytotoxicity on rat cortical neurons	2008
657	Drive for leanness: Assessment and relationship to gender, gender role and objectification	2008
658	Starch grain characterization of <i>Prosopis chilensis</i> (Mol.) Stuntz and <i>P. flexuosa</i> DC, and the analysis of their archaeological remains in Andean South America	2008
659	The revolution that didn't arrive: A review of Pleistocene Sahul	2008
660	Platinum complexes of terpyridine: Synthesis, structure and reactivity	2008
661	Are cyanobacteria involved in Ciguatera Fish Poisoning-like outbreaks in New Caledonia?	2008
662	Identification of the origin of commercial enological tannins by the analysis of monosaccharides and polyalcohols	2008
663	Groundwater inflow to a shallow, poorly-mixed wetland estimated from a mass balance of radon	2008
664	Reconstructing hydro-climatic events and glacier fluctuations over the past millennium from annually laminated sediments of Cheakamus Lake, southern Coast Mountains, British Columbia, Canada	2008
665	Abstracts from Fourteenth International Symposium on Pollutant Responses in Marine Organisms (PRIMO 14) - Organic Xenobiotics: Mechanisms of detoxification and mechanisms of toxicity	2008
666	The arsenic source term for an in-pit uranium mine tailings facility and its long-term impact on the regional groundwater	2008
667	Ancient phylogeographic divergence in southeastern Australia among populations of the widespread common froglet, <i>Crinia signifera</i>	2008
668	Phylogeography, morphological variation and taxonomy of the toxic dinoflagellate <i>Gambierdiscus toxicus</i> (Dinophyceae)	2008
669	Chapter 8: Tannins: Major Sources, Properties and Applications	2008
670	The generation of T waves by earthquakes	2008
671	Technical Program	2008
672	A Simulation Model of Spray Flash Desalination System	2008
673	Chapter 3: Complex Differential Equations	2008
674	Developing a workable model of housing need: Applying geographical concepts and techniques to a problem of public policy	2008
675	Stable carbon and nitrogen isotope analysis on human remains from the Early Mesolithic site of La Vergne (Charente-Maritime, France)	2007
676	A stable isotope study of microbial dolomite formation in the Coorong Region, South Australia	2007

682	Abstracts	2007
683	Ciguatera risk assessment in two toxic sites of French Polynesia using the receptor-binding assay	2007
684	A survey of the incidence of missing anterior teeth: Potential value in bite mark analysis	2007
	PD28 Mandibular endosseous implants and autogenous bone grafting in irradiated tissue in head and neck oncology patients	2007
685	Telomerase activity is maintained throughout the lifespan of long-lived birds	
	Patterns of lineage diversification in rabbitfishes	
686	A survey of epiphytic dinoflagellates from the coastal waters of the island of Hawai'i	2007
687	Introduction to Photographic Equipment, Processes, and Definitions of the 19th Century	2007
688	Chapter 8.2 The Earliest Subcontinental Lithospheric Mantle	2007
689	Tetrodotoxin Poisoning	2007
690	Reconstructing morphometric change in a proglacial landscape using historical aerial photography and automated DEM generation	2007
	Rethinking Easter Island's ecological catastrophe	
	Origin of the sedimentary deposits of the Naracoorte Caves, South Australia	
691	Stone artifacts and hominins in island Southeast Asia: New insights from Flores, eastern Indonesia	2007
692	Effects of domestication on genetic diversity in <i>Eucalyptus globulus</i>	2006
693	Ciguatera: Australian perspectives on a global problem	2006
694	Ancient DNA of the Pacific rat (<i>Rattus exulans</i>) from Rapa Nui (Easter Island)	2006
695	Prevalence of hot weather conditions related to sports participation guidelines: A South Australian investigation	2006
696	The cation-chloride cotransporter, masBSC, is widely expressed in <i>Manduca sexta</i> tissues	2006
697	Application of bis(diphenylphosphino)ethane (DPPE) in Staudinger-type N-glycopyranosyl amide synthesis	2006
698	Tritium profiles of pore water in the Chinese loess unsaturated zone: Implications for estimation of groundwater recharge	2006
699	Dental remains from the Grotte du Renne at Arcy-sur-Cure (Yonne)	2006
700	Geotourism in Australia	2005
701	3'-UTR polymorphism in the human CYP2A6 gene affects mRNA stability and enzyme expression	2005
702	Contents of Volume 340	2005
703	Foreign exchange market intervention and expectations: The yen/dollar exchange rate	2005
704	Simulation study for finding optimal lidar acquisition parameters for forest height retrieval	2005
705	Predictions of summer diapause in the redlegged earth mite, <i>Halotydeus destructor</i> (Acari: Pentheleidae), in Australia	2005
706	Determination of the dietary habits of a Magdalenian woman from Saint-Germain-la-Rivière in southwestern France using stable isotopes	
707	Integrating hybrid systems with existing thermal desalination plants	2005
708	Mechanisms of neurotransmitter release by amphetamines: A review	2005

709	Late Cretaceous heterozoan carbonates: palaeoenvironmental setting, relationships with rudist carbonates (Provence, south-east France)	2005
710	The origin of intermediate and evolved lavas in the Marquesas archipelago: an example from Nuku Hiva island (French Polynesia)	2005
711	Age And Origin Of Terra Rossa Soils In The Coonawarra Area Of South Australia	2004
712	An Irrigation-Scheduling Model For Application Of Saline Water To Tree Plantations	2004
713	Molecular Phylogeography And Systematics Of The Arid-Zone Members Of The <i>Egernia Whitii</i> (Lacertilia: Scincidae) Species Group	2004
714	Southeast Asian Biodiversity: An Impending Disaster	2004
715	Mantle Amphibole Trace-Element And Isotopic Signatures Trace Multiple Metasomatic Episodes In Lithospheric Mantle, Western Victoria, Australia	2004
716	By-Products Hides And Skins	2004
717	High-Pressure Partial Melting Of Garnet Pyroxenite: Possible Mafic Lithologies In The Source Of Ocean Island Basalts	2004
718	An Assessment Of Uncalibrated Cligen In Australia	2004
719	Non-Occlusal Dental Microwear Variability In A Sample Of Middle And Late Pleistocene Human Populations From Europe And The Near East	2003
720	Genetic Diversity Within The Morphological Species <i>Giardia Intestinalis</i> And Its Relationship To Host Origin	2003
721	The Tarava Seamounts: A Newly Characterized Hotspot Chain On The South Pacific Superswell	2003
722	The Olfactory Responses Of The Antenna And Maxillary Palp Of The Fleshfly, <i>Neobellieria Bullata</i> (Diptera: Sarcophagidae), And Their Sensitivity To Blockage Of Nitric Oxide Synthase	2003
723	Landslide Inventory In A Rugged Forested Watershed: A Comparison Between Air-Photo And Field Survey Data	2003
724	Spat Collection Of The Pearl Oyster (<i>Pinctada Margaritifera Cumingii</i>) In French Polynesia: An Evaluation Of The Potential Impact On Genetic Variability Of Wild And Farmed Populations After 20 Years Of Commercial Exploitation	2003
725	Influences On Venom Yield In Australian Tigersnakes (<i>Notechis Scutatus</i>) And Brownsnakes (<i>Pseudonaja Textilis</i> : Elapidae, Serpentes)	2003
726	Rural Population Density: Its Impact On Social And Demographic Aspects Of Rural Communities	2002
727	Effects Of Additives On The Mechanical Properties, Hydrophobicity And Water Uptake Of Thermo-Moulded Films Produced From Sunflower Protein Isolate	2002
728	The Amster Concept (Actinides Molten Salt Transmuter).	2002
729	Adaptive Predictive Control Of A Neutralization Plant Using Local Model Networks	2002
730	The Potential For Bioenergy Production From Australian Forests, Its Contribution To National Greenhouse Targets And Recent Developments In Conversion Processes	2002

- 731 Stable Isotope Geochemistry Of Cold CO₂-Bearing Mineral Spring Waters, Daylesford, Victoria, Australia: Sources Of Gas And Water And Links With Waning Volcanism 2002

Lampiran 3

Judul jurnal yang lolos penyaringan dan memenuhi kriteria menggunakan kata kunci “extract gambier” (based on 2020-2025 and open access)

No	Judul	Tahun
1	Boosting Photocatalytic Efficiency: LDH Modified With <i>Gambier</i> Leaf <i>Extract</i> For Tetracycline Degradation	2025
2	Debittering Yeast <i>Extract</i> From Spent Brewer's Yeast By Adsorption Of Iso-A-Acids Onto Macroporous Resin	2025
3	The Use Of Some Mixtures Of Medicinal Plant Ethanol <i>Extracts</i> As An Antifungal In The Control Of Peanut Stem Rot Diseases	2025
4	Encapsulated Gambir Catechin-Palm Fatty Acid Distillate As An Antibacterial And Antioxidant Feed Additive And Its Effects On Rumen Fermentation Products	2025
5	Influence Of Forage-To-Concentrate Ratio On The Effects Of A Radiata Pine Bark <i>Extract</i> On Methane Production And Fermentation Using The Rumen Simulation Technique	2025
6	A 2000-Year Record Of Hydroclimate Variability Inferred From Oxygen Isotopes In Lake Sediments On Kangaroo Island (Karti/Karta), South Australia	2025
7	Environmental Impact Assessment Of Tannin-Based Coagulants Production From Chestnut Shells	2025
8	Developing Sustainable Aviation Fuel To Deepen South Australia's Green Economy: A Bertopic-Enhanced SWOT Analysis	2025
9	An Introduction To Clay-Hosted REE Deposits In Australia	2025
10	A New Species Of Anemonefish From French Polynesia, Amphiprion Maohiensis, (Pomacentridae, Amphiprioninae), The Polynesian Anemonefish	2025
11	Characterization Of 37 Enological Tannins Using A Multiple Technique Approach: Linear Sweep Voltammetry As A Rapid Method Both For Classification And Determination Of Antioxidant Properties	2025
12	Synthesis Of Dihydrogambirtannine By Alkyne [2 + 2 + 2]-Cyclotrimerisation	2025
13	Differentiated Short- And Long-Term Impacts Of A Starter Stimbiotic Supplementation On Gut Health In Broilers Fed Wheat And Rye-Based Diets At Homeostasis And Under Eimeria Tenella Challenge	2025
14	PCA-Based Denoising And Automatic Recognition Of Marine Biological Sounds To Estimate Bio-Voice Count Index For Marine Monitoring	2025
15	Synodus Autumnus, A New Species Of Lizardfish (Aulopiformes, Synodontidae) From The Indo-Pacific Region, And A Reassessment Of Distributional Records Of Synodus Rubromarmoratus	2025
16	High Ciguatera-Toxin-Producing Gambierdiscus Clade (Gonyaulacales, Dinophyceae) As A Source Of Toxins Causing Ciguatera Poisoning	2025
17	Reverse Size Effect On Unconfined Compressive Strength Of Red-Bed Rocks Using Micro-CT Technique	2025
18	Stone Disc Production At Pincevent (France) Reveals Versatile Uses Of Colouring Materials In The Late Magdalenian	2025
19	Repeated Harvest Residue Burning Reduces Eucalyptus Pellita Productivity On Sandy Soils In Tropical Monsoonal Australia	2025
20	How Do Cognitive Biases Influence Farmers' Participation In Water Conservation At Lake Urmia? Insights From Social Norms Theory	2025
21	Malondialdehyde And TNF- α Lowering Effects Of	2024

- Purified *Gambier* (Uncaria Gambir Roxb.) In Diabetic Rats
- 22 Investigate The Utilization Of Novel Natural Photosensitizers For The Performance Of Dye-Sensitized Solar Cells (Dsscs) 2024
 - 23 Antioxidant And Antimicrobial *Extracts* From Grape Stalks Obtained With Subcritical Water. Potential Use In Active Food Packaging Development 2024
 - 24 Monitoring Absolute Vertical Land Motions And Absolute Sea-Level Changes From GPS And Tide Gauges Data Over French Polynesia 2024
 - 25 Toward A Rational Approach For Polyphenol Usage In The Shelf-Life Extension Of Oenological Products 2024
 - 26 A Comprehensive Framework For Effective Long-Short Term Solar Yield Forecasting 2024
 - 27 Application And Valorization Of Novel Indigenous Azadirachta Indica Leaf In Leather Processing Identification Of A Senior Officer From Sir John Franklin's Northwest Passage Expedition 2024
 - 28 A Review On Sources, Extractions And Analysis Methods Of A Sustainable Biomaterial: Tannins 2024
 - 29 First Detection In Australia Of Cryptotephra Likely To Be Derived From The 25.6 Ka Ōruanui Supereruption In New Zealand 2024
 - 30 Controls On Rapid Rare Earth Element Enrichment In Sediments Deposited By A Continental-Scale River System 2024
 - 31 Towards Elimination Of Chronic Viral Hepatitis In French Polynesia: Results From A National Population-Based Survey 2024
 - 32 Highly Efficient And Sensitive Membrane-Based Concentration Process Allows Quantification, Surveillance, And Sequencing Of Viruses In Large Volumes Of Wastewater 2024
 - 33 Stability And Preservation Of Phenolic Compounds And Related Antioxidant Capacity From Agro-Food Matrix: Effect Of Ph And Atmosphere 2024
 - 34 From Social Norms To Pro-Environmental Behavior: The Role Of Destination Social Responsibility For Families Traveling With Children 2024
 - 35 Recent Antibacterial Agents From Biomass Derivatives: Characteristics And Applications 2024
 - 36 Investigation Of Phenolic Compounds Recovery From Brewery Wastewater With Coupled Membrane And Adsorption Process 2024
 - 37 Toxicology Of Anhydroecgonine Methyl Ester: A Systematic Review Of A Cocaine Pyrolysis Product 2024
 - 38 Ecological Products In Online Stores – Consumer Behavior In The Light Of TPB 2024
 - 39 On The Cybersecurity Of Smart Structures Under Wind 2024
 - 40 Phosphorylation Of Aryl Hydrocarbon Receptor Interacting Protein By TBK1 Negatively Regulates IRF7 And The Type I Interferon Response 2024
 - 41 What Drives Consumers Towards Shared Luxury Services? A Comparison Of Sequential Versus Simultaneous Sharing 2024
 - 42 Paradigm Shift From Artificial Neural Networks (Anns) To Deep Convolutional Neural Networks (Dcnns) In The Field Of Medical Image Processing 2024
 - 43 Toothed Whale And Shark Depredation And Bycatch In The Longline Fishery Of French Polynesia 2024
 - 44 Inter-Colony Variation In Predation, Mercury Burden And Adult Survival In A Declining Seabird 2024
 - 45 Empowering Energy Citizenship: Exploring Dimensions And Drivers In Citizen Engagement During The Energy Transition 2024
 - 46 Wind Turbine Vibration Management: An Integrated Analysis Of Existing Solutions, Products, And Open-Source Developments 2024
 - 47 Understanding The Desire For Green Consumption: Norms, Emotions, And Attitudes 2024
 - 48 Wind Forecasting-Based Model Predictive Control Of Generator, Pitch, And Yaw For Output Stabilisation – A 15-Megawatt Offshore 2024

- 50 Melting Of Hydrous Pyroxenites With Alkali Amphiboles In The Continental Mantle: 2. Trace Element Compositions Of Melts And Minerals 2024
- 51 Customer Misbehavior In Access-Based Mobility Services: An Examination Of Prevention Strategies 2024
- 52 The Fresco Wall Painting Techniques In The Mediterranean Area From Antiquity To The Present: A Review 2024
- 53 RETRACTED: Control Approaches Of Power Electronic Converter Interfacing Grid-Tied PMSG-VSWT System: A Comprehensive Review 2024
- 54 Cytotoxic Activity Of Gambier Leave (*Uncaria Gambir*) Ethyl Acetate Extract On Mouse Embryonic Fibroblast Cell (NIH-3T3) Using MTT Assay 2023
- 55 Mid-Late Holocene Accretional History Of Low-Lying, Coral-Reef Rim Islets, South-Marutea Atoll, Tuamotu, Central South Pacific: The Key Role Of Marine Hazard Events 2023
- 56 Subtitling Sensitive Arabic Language For English Audiences: A Case Study Of Netflix's *Jinn* And *Al-Rawabi* Shows 2023
- 57 The Isotopic Origin Of Lord Howe Island Reveals Secondary Mantle Plume Twinning In The Tasman Sea 2023
- 58 Cannibalism And Burial In The Late Upper Palaeolithic: Combining Archaeological And Genetic Evidence 2023
- 59 The Role Of Selected Flavonoids From Bajakah Tampala (*Spatholobus Littoralis* Hassk.) Stem On Cosmetic Properties: A Review 2023
- 60 Advancements And Challenges In Green Extraction Techniques For Indonesian Natural Products: A Review 2023
- 61 The Squaretail Mullet *Ellochelon Vaigiensis* (Quoy & Gaimard, 1825) A Complex Of Cryptic Species? 2023
- 66 Unfolding The Secrets Of Microbiome (Symbiodiniaceae And Bacteria) In Cold-Water Coral 2023
- 67 The Proof Of The Translation Process Is In The Reading Of The Target Text: An Eyetracking Reception Study 2023
- 68 Impact Of Minimalism On Consumers' Low-Carbon Innovation Behavior: Interactive Role Of Quantitative Behavior 2023
- 69 Combination Of Tsoft And ET34-ANA-V80 Software For The Preprocessing And Analysis Of Tide Gauge Data In French Polynesia 2023
- 70 Chestnut Shells In The Diet Of Lamb: Effects On Growth Performance, Fatty Acid Metabolism, And Meat Quality 2023
- 71 Multiple Lines Of Evidence Highlight The Dire Straits Of Yellowfin Tuna In The Indian Ocean 2023
- 72 Changes In Solar Resource Intermittency And Reliability Under Australia's Future Warmer Climate 2023
- 73 Interpol Review Of Toxicology 2019–2022 2023
- 74 Hygrothermal Climate Analysis: An Australian Dataset 2022
- 75 Wastewater Surveillance To Infer COVID-19 Transmission: A Systematic Review 2022
- 76 *Breaking The Blockade: The Bahamas During The Civil War*, By Charles D. Ross 2022
- 77 Spatial And Temporal Simulation Of Groundwater Recharge And Cross-Validation With Point Estimations In Volcanic Aquifers With Variable Topography 2022
- 78 Physico-Chemical Characterisation Of Remains From A Bronze Age Ochre-Burial In Biniadris Cave (Menorca, Spain) 2022
- 79 Visualizing Childhood In Upper Palaeolithic Societies: Experimental And Archaeological Approach To Artists' Age Estimation Through Cave Art Hand Stencils 2022
- 80 Peripheral Nerve Development In Zebrafish Requires Muscle Patterning By *Tcf15/Paraxis* 2022
- 81 Exolaccase-Boosted Humification For Agricultural Applications 2022

82	A Quantitative Analysis Of The Reactions Of Viewers With Hearing Impairment To The Intralingual Subtitling Of Egyptian Movies	2022
83	Paleogenomics Reveals Independent And Hybrid Origins Of Two Morphologically Distinct Wolf Lineages Endemic To Japan	2022
84	Food Grown On Fire Stations As A Potential Pathway For Firefighters' Exposure To Per- And Poly-Fluoroalkyl Substances (PFAS)	2022
85	First Evidence Of Human Bone Pendants From Late Mesolithic Northeast Europe	2022
86	A Forage Brassica Simulation Model Using APSIM: Model Calibration And Validation Across Multiple Environments	2022
87	Solar Energy Harvesting Technologies For PV Self-Powered Applications: A Comprehensive Review	2022
88	Unsupervised Spectral-Spatial Processing Of Drone Imagery For Identification Of Pine Seedlings	2022
89	The Protective Effect Of Indian Catechu Methanolic Extract Against Aluminum Chloride-Induced Neurotoxicity, A Rodent Model Of Alzheimer's Disease	2021
90	Sustainable Fabrication Of Silver-Titania Nanocomposites Using Goji Berry (<i>Lycium Barbarum</i> L.) Fruit Extract And Their Photocatalytic And Antibacterial Applications	2021
91	Tannins Extraction From <i>Pinus Pinaster</i> And <i>Acacia Dealbata</i> Bark With Applications In The Industry	2021
95	Do Fertility Tracking Applications Offer Women Useful Information About Their Fertile Window?	2021
94	Chitosan-Triphosphosphate Nanoparticles Designed To Encapsulate Polyphenolic Compounds For Biomedical And Pharmaceutical Applications – A Review	2021
95	Different Food Particle Sources In The Pearl Oyster <i>Pinctada Margaritifera</i> And Its Epibionts	2021
96	Gstlal: A Software Framework For Gravitational Wave Discovery	2021
97	Hair Versus Urine For The Biomonitoring Of Pesticide Exposure: Results From A Pilot Cohort Study On Pregnant Women	2021
98	A Comparison Of Euphemistic Strategies Applied By MBC4 And Netflix To Two Arabic Subtitled Versions Of The US Sitcom <i>How I Met Your Mother</i>	2021
99	Seagrass Ecosystem Contributions To People's Quality Of Life In The Pacific Island Countries And Territories	2021
100	Seagrass Ecosystem Contributions To People's Quality Of Life In The Pacific Island Countries And Territories	2020
101	Fuelling Regional Development Or Exporting Value? The Role Of The Gas Industry On The Limestone Coast, South Australia	2020
103	Climate Change And Harmful Benthic Microalgae	2020
104	Interpretive Summaries, October 2020	2020
105	All You Need To Know About Model Predictive Control For Buildings	2020