PAPYS

(PYROLYTIC AGRO-LIVESTOCK PROCESSOR FOR YIELDING USED-BIOMASS SOLUTIONS)

Waste Management

Ketua Tim:
Musthafa Ahmad Hermana

Anggota:
Dryantama Sucipto
Hardayesa Mughniy Sudarijanto
Pande Nyoman Lhokasandhiyasa

SMAN 28 Jakarta

Jakarta Selatan

Yogyakarta

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Papyus: Pyrolytic Agro-livestock Processor for Yielding Used-biomass Solutions

Topik: Waste Management

Sekolah: SMAN 28 Jakarta

No.	Nama	Kelas	Peran
1.	Musthafa Ahmad Hermana	XII-7	Ketua
2.	Dryantama Sucipto	XII-7	Anggota
3.	Hardayesa Mughniy Sudarijanto	XII-7	Anggota
4,	Pande Nyoman Lokasandhiyasa	XII-7	Anggota

Gagasan inovasi ini disusun untuk mengikuti Lomba Prototype Pekan Insinyur Peternakan UGM 2026.

Ketua Tim

Musthafa Ahmad Hermana
NISN: 0098384826

Mengetahui,
Guru Pembimbing

Muhammad Arif Harahap, S.T
NIP 197408052022211001

PERNYATAAN ORISINALITAS
DAN STATUS PENGHARGAAN KARYA
LOMBA PROTOTYPE PEKAN INSINYUR PETERNAKAN UGM 2026

Nama Ketua Tim : Musthafa Ahmad Hermana
NIS/NISN : 0098384826
Nama Sekolah : SMAN 28 Jakarta
Kelas : XII-7
Judul Prototype : Papyus: Pyrolytic Agro-livestock Processor for Yielding Used-biomass Solutions
Kategori : SMA/SMK/Sederajat

Dengan ini menyatakan bahwa karya/prototype yang diajukan dalam Lomba Prototype Pekan Insinyur Peternakan UGM 2026 dengan tema “Engineering Innovation for Sustainable Livestock Production” adalah karya yang dikembangkan oleh tim kami dan:

1. Belum pernah memenangkan Juara 1, Juara 2, Juara 3 atau penghargaan dalam lomba karya ilmiah, kompetisi inovasi, kompetisi prototype, atau perlombaan sejenis lainnya.
2. Karya yang diajukan merupakan karya asli dan bukan tiruan yang dapat dipertanggungjawabkan oleh tim dan tidak sedang diajukan dengan status sebagai karya pemenang pada kompetisi lain.
3. Apabila karya pernah mengikuti kegiatan/kompetisi sebelumnya tetapi belum pernah memenangkan perlombaan, kami bersedia memberikan informasi secara jujur apabila diminta oleh panitia.
4. Seluruh informasi, data, desain, gambar, dan sumber yang digunakan dalam penyusunan gagasan/prototype akan disampaikan secara jujur dan mencantumkan sumber apabila berasal dari pihak lain.
5. Apabila di kemudian hari ditemukan bahwa pernyataan ini tidak benar, kami bersedia menerima konsekuensi sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh panitia Pekan Insinyur Peternakan UGM 2026, termasuk pembatalan keikutsertaan atau pencabutan status sebagai pemenang.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagai salah satu persyaratan mengikuti Lomba Prototype Pekan Insinyur Peternakan UGM 2026.

Ketua Tim

Musthafa Ahmad Hermana
NISN: 0098384826

Mengetahui,
Guru Pembimbing

Muhammad Arif Harahap, S.T
NIP 197408052022211001

Mengetahui,
Plt. Kepala SMAN 28 Jakarta

Waridin, S.Pd., M.Hum.
NIP. 197304152000121002

Daftar Isi

1 **Latar Belakang** 01
Krisis HPT bebas residu & potensi biomassa

2 **Perumusan Masalah** 01
Tiga fokus rekayasa, filtrasi tar, & bioassay

3 **Manfaat Inovasi** 01
Dampak praktis peternak & ekologis kandang

4 **Gambaran Inovasi & Teknologi** 02

5 **Desain & Cara Kerja Prototype** 03

6 **Keunggulan & Potensi Penerapan** 04

7 **Kesimpulan** 05
Tiga fokus rekayasa, filtrasi tar, & bioassay

8 **Daftar Pustaka** 05
Tiga fokus rekayasa, filtrasi tar, & bioassay



1 Pendahuluan
Latar Belakang

Pakan menyerap 60–70% biaya usaha ternak dengan 70–90% ransum ruminansia berupa Hijauan Pakan Ternak/HPT (Saking & Qomariyah, 2017). Serangan belalang Oxya hyla menekan produksi HPT, namun insektisida sintetik berisiko meracuni ternak serta mencemari susu dan daging (Indraningsih & Sani, 2005).
Di kebun integrasi ternak, tersedia limbah pangkas daun pepaya 1,5–3 ton/ha/tahun (BPS, 2023) yang dapat dipirolisis menjadi asam piroligneat dan biochar penekan amonia kandang (Gama dkk., 2024; Zhu dkk., 2025). Mengatasi dekantasi 3 bulan & sumbatan tar tungku lama (Ouattara dkk., 2023), dirancanglah PAPYUS

60-70%
Biaya ternak berasal dari pakan; HPT wajib bebas residu sintetik

1,5–3 Ton
Limbah daun pepaya/ha/thn potensial diolah di kebun-kandang

45 Menit
Proses terintegrasi PAPYUS vs dekantasi 3 bulan cara lama



2 Perumusan Masalah

- Bagaimana merancang sistem pirolisis skala kecil terintegrasi (PAPYUS) yang aman untuk mengolah limbah daun pepaya
- Bagaimana kinerja filter tar vertikal dan kondensor spiral sirkulasi tertutup dalam menahan tar serta mengumpulkan kondensat dan biochar terukur?
- Bagaimana karakteristik fisikokimia kondensat serta efektivitas mortalitasnya terhadap hama perusak hijauan pakan ternak (belalang Oxya hyla)?



3 Manfaat Inovasi

Manfaat Praktis bagi Peternak

- Proteksi kebun HPT bebas residu kimia beracun bagi ternak, susu, & daging.
- Suplai biochar alas kandang penjerap bau amonia (NH_3) secara mandiri & hemat biaya

Dampak Ekologis

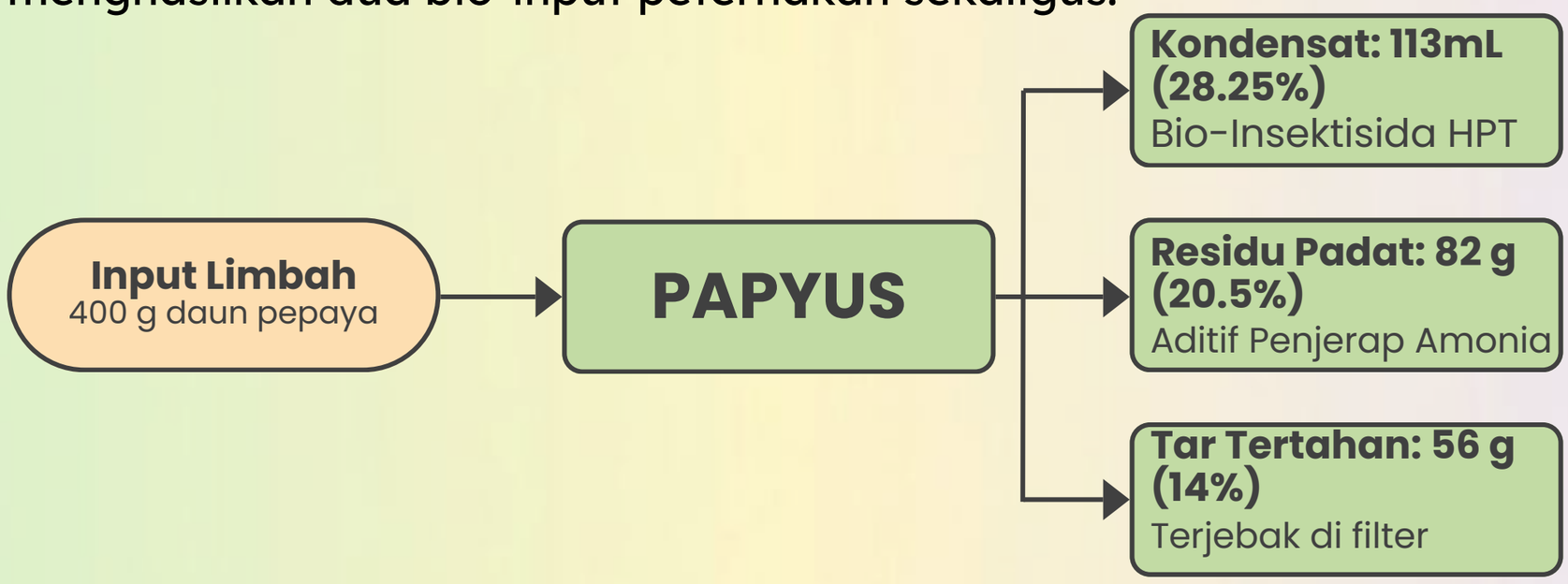
- Mengurangi pembakaran limbah biomassa terbuka di sekitar kawasan ternak.
- Landasan ilmiah pirolisis biomassa non-kayu berfilter tar vertikal terintegrasi.



Gambaran Inovasi dan Teknologi

4.1 Konsep Teknologi Pirolisis Terintegrasi Dual-Output Peternakan

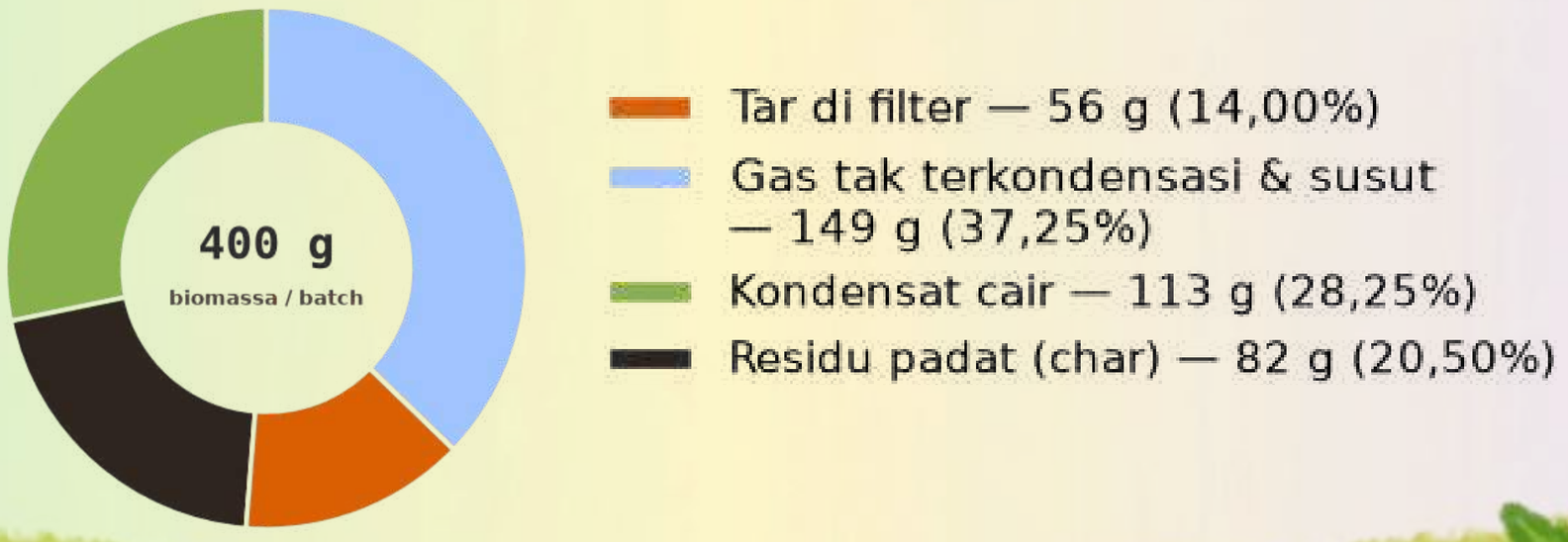
PAPYUS mengonversi 1.500 g daun pepaya kering melalui dekomposisi termokimia oksigen terbatas pada reaktor 3 L (suhu maks. 285°C, 60–90 menit). Berbeda dari tungku arang biasa, uap pirolisis dimurnikan secara langsung oleh filter mekanis vertikal sebelum dicairkan kondensor koil berpendingin tertutup, menghasilkan dua bio-input peternakan sekaligus.



4.2 Komponen Utama & Karakteristik Fisikokimia Produk

Kondensat menunjukkan karakter asam organik (pH 3,42) dan padatan terlarut TDS 1.860 ppm berwarna cokelat tua beraroma asap, selaras dengan profil senyawa fenolik–asetat asam piroligneat

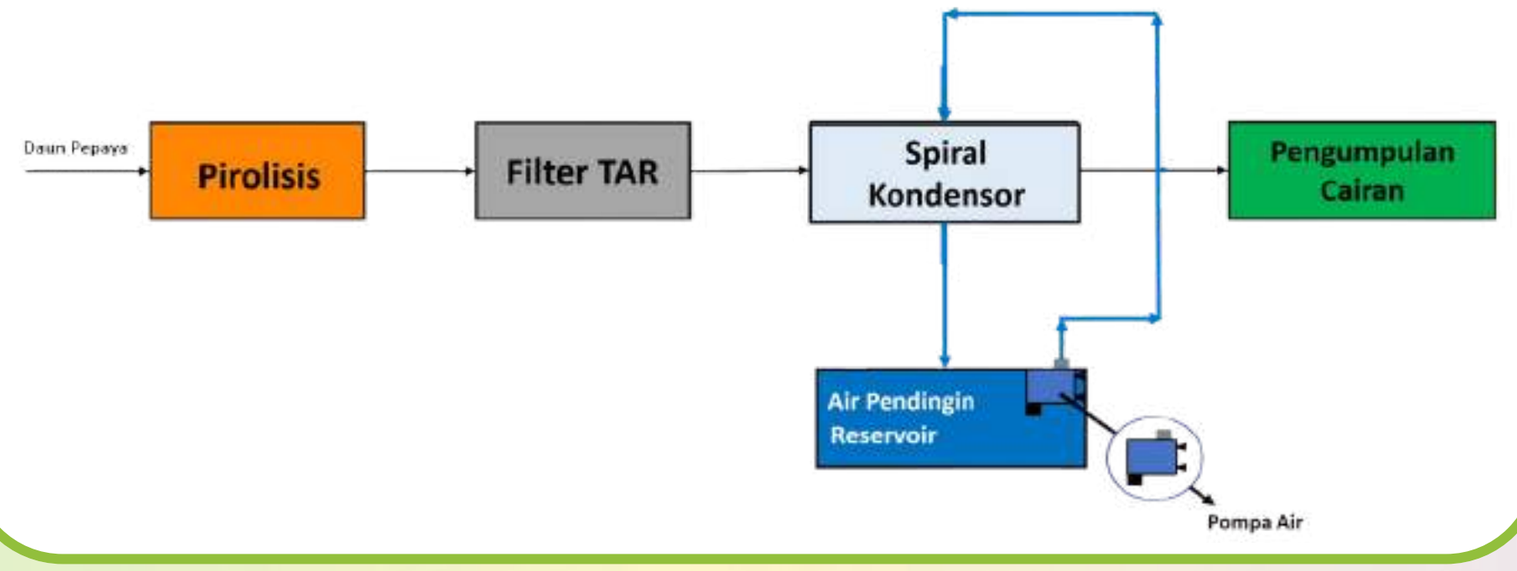
Unit Komponen	Spesifikasi Teknis	Kinerja Terukur pada Pengujian
Reaktor Pirolisis	Stainless steel 3 L + Manometer	Kapasitas 400g; suhu maks 285°C; ≤1,5 bar
Filter Tar Vertikal	Aliran atas ke bawah, media *ceramic rings and mesh*	Menahan 56 g fraksi kaya tar; pipa 0% mampat
Kondensor Spiral	Koil dalam jaket air tertutup + Pompa 12V	8,0 L air naik 12,4°C (serap kalor ≈414,7 kJ)
Kolektor Produk	Tangki gravitasi terpisah air pendingin	113mL kondensat (pH 3,42; TDS 22,6 ppm)





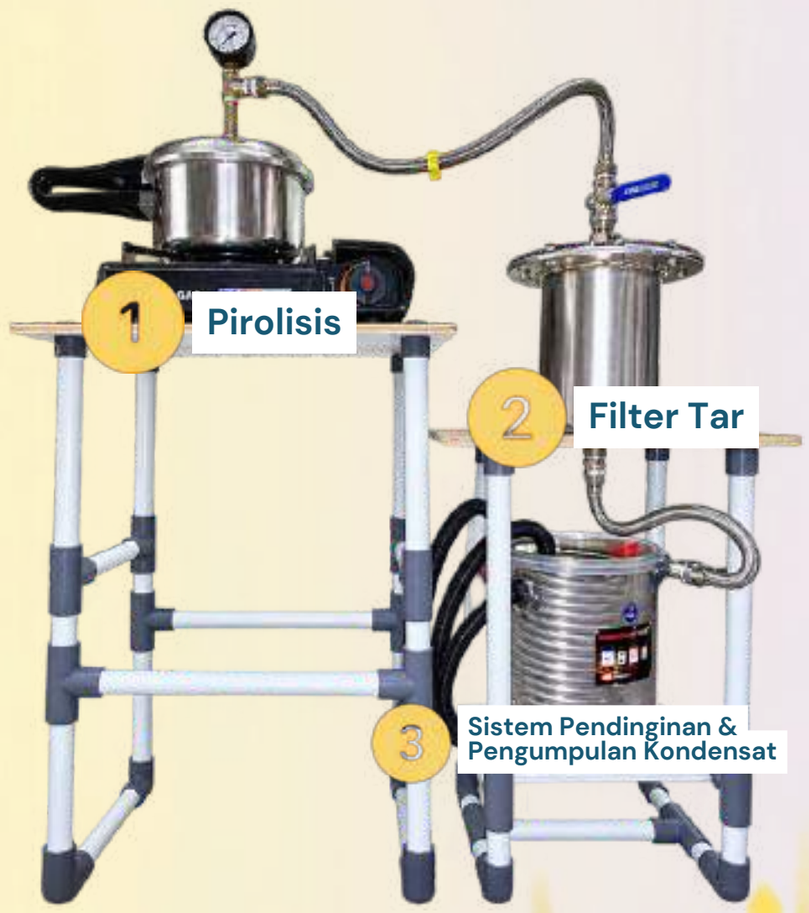
Desain dan Cara Kerja Prototype

Alur Kerja PAPYUS



5.1 Mekanisme Operasi 4 Tahap & Sistem Keselamatan Proses

1. Persiapan: 400 g daun pepaya dicacah dan dikeringkan; reaktor 3 L beserta jalur filter dan air pendingin 8,0 L dicek.
2. Pirolisis: daun pepaya dipanaskan kompor portabel dalam kondisi tidak ada oksigen; uap terbentuk sejak menit ke-20, berjalan 45 menit hingga ±285 °C dengan tekanan dijaga manometer 0,5–1,5 bar.
3. Filtrasi Tar: uap masuk lewat inlet atas filter vertikal dan menembus ceramic rings yang menahan 56 g tar agar saluran tidak tersumbat.
4. Kondensasi & Panen: uap bersih mengembun di koil spiral menjadi 113mL kondensat yang jatuh ke kolektor; air pendingin dipompa 12 V dari bawah ke atas.
5. Api dimatikan, sistem didinginkan, lalu 82g residu padat diangkat dari reaktor.



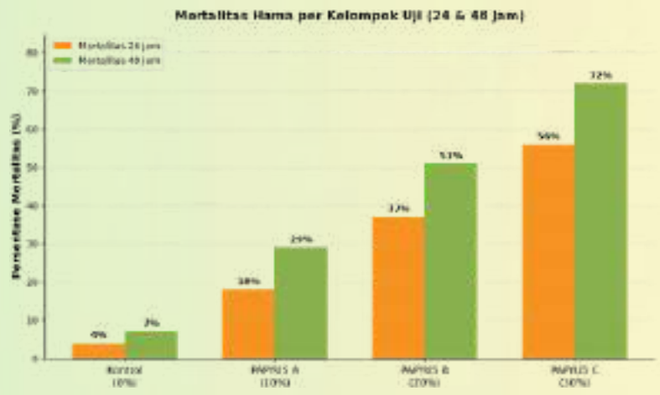
Safety Highlight: Isolasi penuh jalur air pendingin vs produk cair + kontrol manometer real-time.

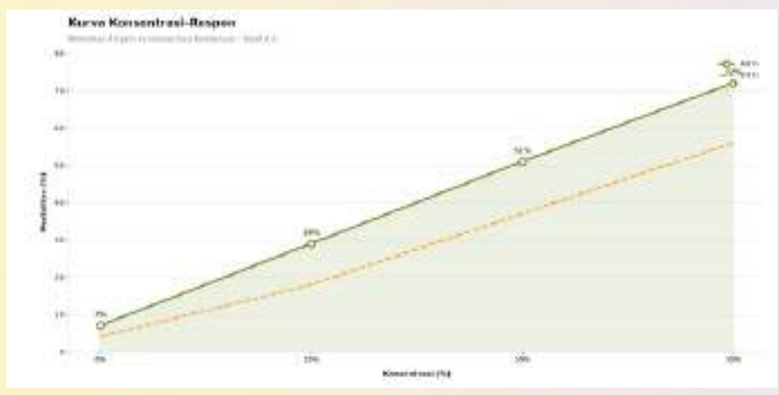


6 Keunggulan dan Potensi Penerapan

6.1 Pembuktian Efikasi Hama HPT (Oxya hyla) & Keunggulan Kompetitif

Uji semprot kontak pada 400 ekor belalang Oxya hyla (4 perlakuan × 100 ekor) menunjukkan kenaikan mortalitas linier hingga 72% pada 48 jam (69,9% terkoreksi Abbott) pada konsentrasi 30%, membuktikan daya kendali hama pemakan rumput HPT tanpa residu sintetik neurotoksik.





6.2 Skema Penerapan Terpadu di Peternakan & Peta Pengembangan

Diterapkan pada KTT/peternak rakyat melalui dua jalur:

- Proteksi Lahan HPT (rumput gajah/odot) dengan kalibrasi pengenceran aman non-fitotoksik,
- Manajemen Kandang memakai biochar 430 g/batch sebagai aditif litter penjerap amonia (NH_3) dan larutan asam piroligneat encer untuk bio-sanitasi lantai kandang.

Tahap 1 (Saat Ini)
Prototipe 3 L terbukti & bioassay Oxya hyla (TRL 4)

→

Tahap 2 (Validasi)
Uji GC-MS, dosis aman rumput HPT, & uji NH_3 kandang

→

Tahap 3 (Skala KTT)
Scale-up reaktor 20 L otomatis bagi Kelompok Ternak



7 Kesimpulan

PAPYUS berhasil mengintegrasikan pirolisis daun pepaya skala kecil (3 L; ≤285°C; ≤1,5 bar), filtrasi tar vertikal yang menahan 56 g material kaya tar, dan kondensasi spiral tertutup (serapan kalor ≈414,7 kJ) untuk menghasilkan 113mL kondensat asam piroligneat (rendemen 28,25%; pH 3,42; TDS 22.6 ppm) serta 82g residu padat (20,5%). Kondensat terbukti meningkatkan mortalitas belalang pemakan hijauan Oxya hyla hingga 72% (69,9% terkoreksi Abbott) dalam 48 jam, sehingga berpotensi besar mendukung kemandirian proteksi Hijauan Pakan Ternak bebas residu sintetik dan sanitasi kandang berkelanjutan



8 Daftar Pustaka

- Agyarko-Mintah, E., dkk. (2017). Biochar lowers ammonia emission and improves nitrogen retention in poultry litter composting. Waste Management, 61, 129–137.
- Badan Litbang Pertanian. (2016). Hindari Pakan Ternak Mengandung Residu Pestisida dan Pencegahannya. Kementan RI.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik Hortikultura dan Hasil Sensus Pertanian 2023. Jakarta: BPS RI.
- Falakh, F., & Rifandi, A. (2026). Kajian keselamatan proses dan identifikasi bahaya pada fasilitas pirolisis biomassa.
- Gama, G. S. P., dkk. (2024). The potential of wood vinegar to replace antimicrobials used in animal husbandry—A review. Animals, 14(3), 381.
- Mohammadi-Aragh, M. K., dkk. (2021). Effects of loblolly pine biochar and wood vinegar on poultry litter nutrients and microbial abundance. Animals, 11(8), 2209.
- Ouattara, B., dkk. (2023). Small-scale drum pyrolysis for wood vinegar production and decantation yield analysis.
- Putra, R. P., dkk. (2017). Pengembangan liquid collection system pada kondensasi uap pirolisis biomassa.
- Saking, N., & Qomariyah, N. (2017). Analisis potensi pakan hijauan mendukung pengembangan ternak ruminansia rakyat.
- Zhu, R., dkk. (2025). Biochar and pyroligneous acid contributed to the sustainable reduction of ammonia emissions. Journal of Hazardous Materials, 489, 137677