Bumitama Gunajaya Agro

PENGEMBANGAN KEMASAN BIOFOAM (*BIODEGRADABLE FOAM*) BERBASIS PELEPAH SAWIT DENGAN COATING BIOSILIKA DARI CANGKANG KELAPA SAWIT UNTUK PENINGKATAN HIDROFOBITAS

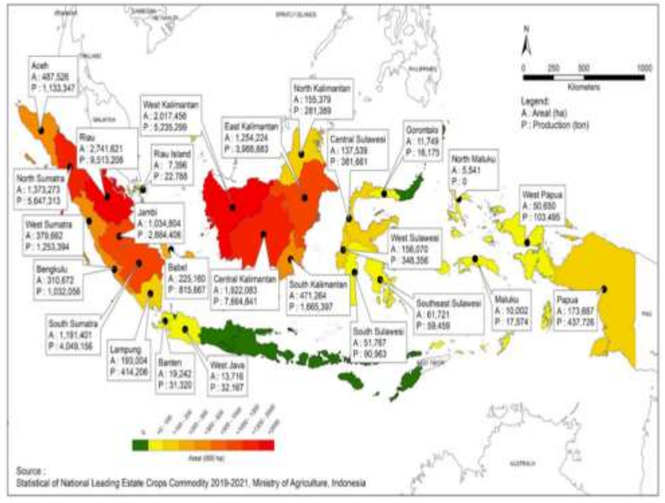
Oleh:

- Kendri Wahyuningsih, SSi, MSc (Kementan, IPB University)
- Prof. Dr.Ir. Khaswar Syamsu, M.Sc.ST (IPB University)
- Prof. Dr. Endang Warsiki S.T.P., M.Si. (IPB University)
- Heri Widiyanta, SP (Poktan Taruna Tani Manunggal)

TUJUAN PROJECT

1. Pengembangan teknologi kemasan *biodegradable foam* (biofoam) berbasis pelepah sawit sebagai bahan penguat.
2. Pengembangan teknologi material coating dari biosilika cangkang kelapa sawit untuk meningkatkan hidrofobitas kemasan *biodegradable foam (*biofoam).
3. Perbaikan mesin pencetak kemasan *biodegradable foam* (biofoam) yang lebih ergonomis.

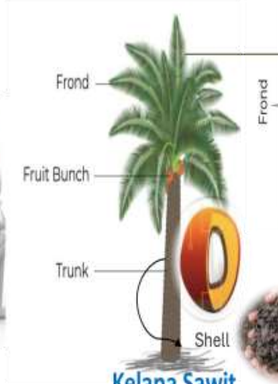
JUSTIFIKASI RISET

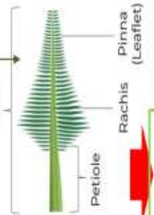


Total luasan land cover kelapa sawit di Indonesia (ha) :
± 16,3 Juta Hektare (Sumber: Sosialisasi innovation proposal PT. BGA, 2024)

Peningkatan jumlah limbah industri kelapa sawit

Upaya Zero Waste





Added value enrichment limbah padat industry sawit

Pelepah Sawit (Petiole)
Mengandung Selulosa:
- Material filler & Komposit penguat (Lubis et.al., 2020; Lee et.al., 2020)

Pelepah sawit:
22-26/pohon/tahun
(Portal PPID BPSIP SulBar, 2023)

Cangkang Sawit
Mengandung Silika ± 59,1 - 61,0% (Graille et al., 1985).
- Foaming agent (Liu et al., 2020; Rashad, 2023)
- Material coating hidrofobik (Silviana&Lukmilayani, 2024)

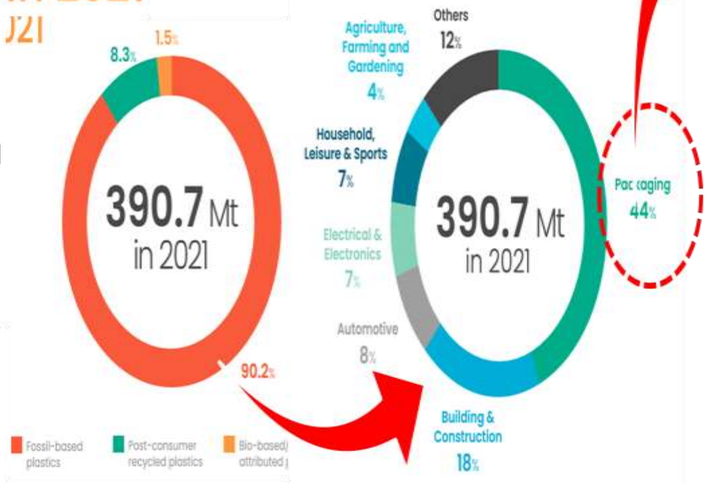
Cangkang sawit:
±9 juta ton/Tahun
(BPDP, 2017)

Inovasi

BIODEGRADABLE FOAM(BIOFOAM) HIDROFOBIK

World plastics production* in 2021

In 2021, 90.2% of the World plastics production was fossil-based. Post-consumer recycled plastics and bio-based/bio-attributed plastics respectively accounted for 8.3% and 1.5% of the World plastics production.



(Plastic the fact, PlasticsEurope AISBL, 2022)

Penelitian kemasan biofoam

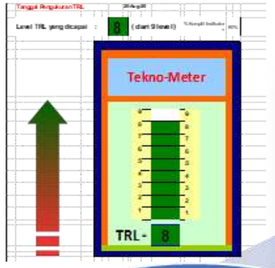
Balai Besar Pascapanen Kementerian Pertanian

2014 - 2017

- Pengembangan formula kemasan biofoam menggunakan serat biomassa pertanian
- Pengembangan mesin moulding kemasan biofoam (thermopressing)
- Pengembangan kemasan biofoam berbasis pati termodifikasi

2018 - 2020

- Kerjasama pengembangan kemasan biofoam berbasis TKKS (PPKS – Kemenperin – Kementan)
- Kerjasama pengembangan kemasan biofoam hidrofobik (Kemenperin - LIPI – Kementan)



2020 - 2021
Ditjen TP dan BB Pascapanen

- Hilirisasi teknologi biofoam sebagai kemasan produk kering di 5 kelompok petani berbasis Jerami padi:
  1. Poktan Dewi Shinta Kerawang
  2. Poktan Mendo Sampurno Banyuwangi
  3. Poktan Taruna Tani Manunggal Sukoharjo
  4. Poktan Sido Luhur Wonogiri
  5. Poktan Lanra-Lanra Sulsel

Layak/Potensial dihilirkan juga di Kelompok Petani Sawit

2024
Rencana penelitian

- Pengembangan teknologi kemasan *biodegradable foam* (biofoam) menggunakan **pelepah sawit sebagai bahan penguat** (thermopressing)
- Pengembangan teknologi material coating dari **biosilika cangkang kelapa sawit** untuk **meningkatkan hidrofobitas kemasan biofoam**
- Perbaikan mesin moulding kemasan biofoam sistem hidraulik angin yang **lebih ergonomis**

2025

- Scale up teknologi produksi biofoam dari pelepah sawit
- Scale up teknologi produksi biocoating silika dari cangkang sawit
- Aplikasi kemasan biofoam tercoating biosilika sebagai kemasan pangan basah durasi singkat (misal popmie)

Rangkaian proses produksi kemasan biofoam

Pelepah Sawit

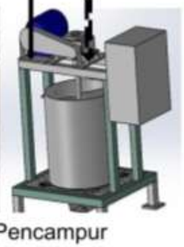
Mesin Beater Pulping

Pulp Pelepah Sawit

Air, Pati, zat

QC : Mesin Pemotong/Perapi Biofoam

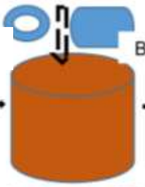
Mesin Pencetak Biofoam



Mixer Pencampur

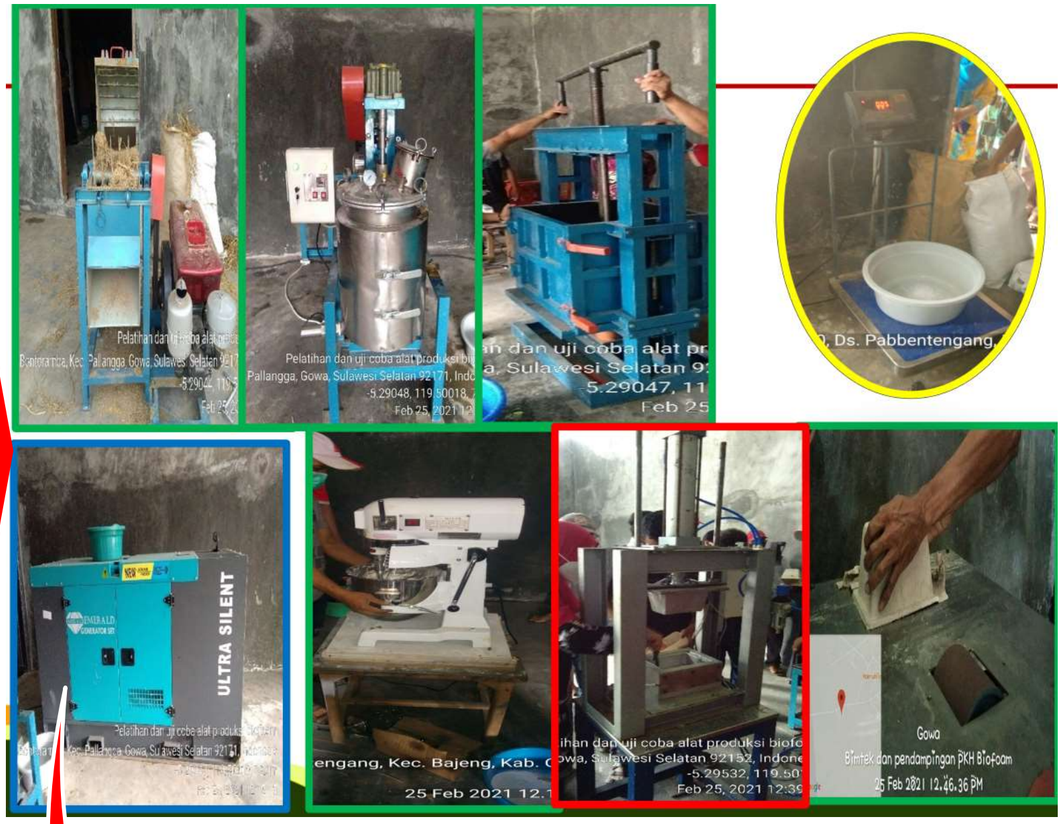
Biocoating

Biofoam



Mesin Coating Biofoam

Biofoam Tahan Air



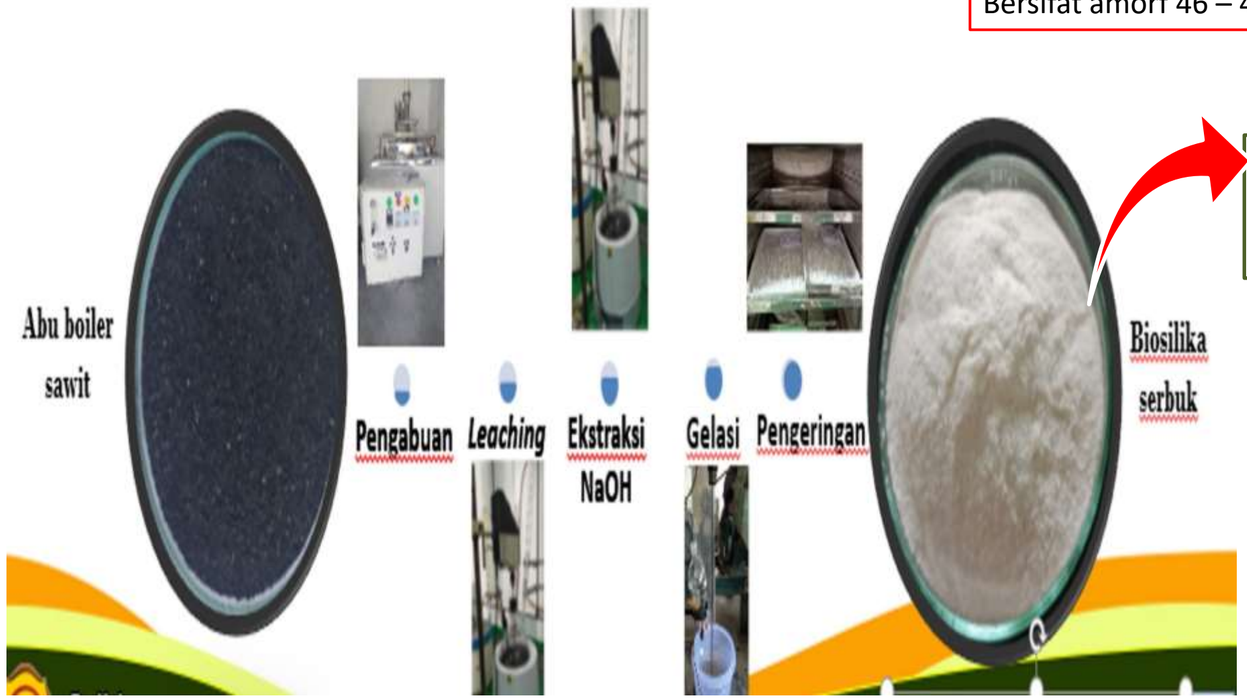
Line proses biofoam skala laboratorium di BB Pascapanen Kementan

Line proses biofoam scale-up di Kelompok Tani Binaan Kementan

Penelitian pengembangan teknologi biosilika serbuk dari abu boiler kelapa sawit

Balai Besar Pascapanen

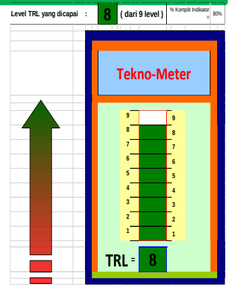
Tahun 2021 - 2022



Silika komersial:
Kemurnian SiO_2 93 - 94 %
Bersifat amorf 46 – 47 %

Yield ± 10%
Kemurnian SiO_2 92-95%
Bersifat amorf 47-54%

Aplikasi sebagai filler pada sol karet di PT. Triangkasa Lestari



Output: Sol Sepatu

Tahun 2024

- Rekayasa biosilika sebagai material coating hidrofobik

Output
material coating hidrofobik dari silika cangkang sawit

Tahun 2025

- Aplikasi material coating hidrofobik biosilika pada kemasan biofoam

Output
Kemasan biofoam hidrofobik

BIG PICTURE RISET KEMASAN BIOFOAM

Dasar pemikiran awal

- Melimpahnya biomassa pertanian.
- Bagaimana meningkatkan nilai tambah biomassa pertanian?
- Pemanfaatan biomassa menjadi produk yang biodegradable, aman bagi Kesehatan dan berkontribusi terhadap lingkungan, yaitu kemasan biofoam sebagai alternatif kemasan dari Polistirena (Styrofoam).

Milestones in Biofoam Development

- 2014 – 2015 : formulasi kemasan biofoam berbasis pati dengan menggunakan berbagai serat biomassa pertanian
- 2016 – 2017 : pengembangan formulasi kemasan biofoam dengan teknologi nanoselulosa, perbaikan mesin cetak kemasan biofoam system thermopressing, hilirisasi teknologi kemasan biofoam dan bantuan mesin pencetak biofoam kepada UMKM industry sagu di Papua binaan BB Pascapanen.
- 2018 – 2019 : pengembangan kemasan biofoam hidrofobik dengan material sizing agent, selulosa TKKS dan pati termodifikasi minyak sawit (Kerjasama dengan PPKS-Kementan-Kemenperin).
- 2020 – 2021 : pengembangan kemasan hidrofobik dengan material biocoating polilactit acetat/PLA (Kerjasama dengan LIPI - Kementan), hilirisasi teknologi kemasan biofoam berbasis serat Jerami dan bantuan peralatan line proses biofoam di 5 Kelompok Tani (BB Litbang Pascapanen – Ditjen Tanaman Pangan)

Current Status

- Teknologi coating kemasan biofoam hidrofobik dari biomaterial PLA saat ini masih mahal karena materialnya ekspor.
- Mesin pencetak adonan biofoam manual system press.

Strategi

- Memanfaatkan biomassa pertanian lokal dan merekayasanya untuk mendapatkan biomaterial yang dapat digunakan sebagai coating biofoam bersifat hidrofobik.
- Perbaikan mesin cetak biofoam yang lebih ergonomis dengan system hidraulik peunematik.

Actions 2024

Tujuan	Metode	Output	Parameter Ukur
Pengembangan teknologi kemasan *biodegradable foam* (biofoam) menggunakan pelepah sawit sebagai bahan penguat.	1. Isolasi serat selulosa pelepah sawit → metode kimia – mekanis (Wahyuningsih dkk, 2020) 2. Karakterisasi serat selulosa	Serat selulosa dari pelepah sawit	1. Sifat fisiko-kimia (SNI 01-1840:1990) 2. Kadar selulosa (SNI 8429:2017) 3. Freeness (SNI ISO 5267-2:2010) 4. Kristalinitas selulosa (XRD)
Pengembangan teknologi material coating dari biosilika cangkang kelapa sawit untuk meningkatkan hidrofobitas kemasan biofoam.	1. Ekstraksi silika dari cangkang sawit → metode Hoerudin dkk, 2023 2. Karakterisasi biosilika serbuk 3. Rekayasa biosilika serbuk menjadi nanoemulsi → metode T ruang 4. Karakterisasi nanoemulsi biosilika 5. Uji coba aplikasi nanoemulsi biosilika sebagai biocoating kemasan biofoam → Teknik internal sizing dan eksternal sizing.	1. Serbuk biosilika 2. Nanoemulsi biosilika 3. Kemasan biofoam hidrofobik	1. Serbuk biosilika: - Kemurnian (XRF) - Derajat amorf (XRD) - Struktur morfologi (SEM) - Komposisi senyawa kimia (FTIR) 2. Nanoemulsi biosilika - Distribusi ukuran partikel dan zeta potensial (PSA) - Struktur nanomaterial (TEM) - Serapan kimia (UV-VIS) - Kestabilan emulsi (Thawing method) 3. Kemasan biofoam hidrofobik - Sifat mekanis - Contact angel permukaan (3D-optic microscope) - Uji daya serap air - Uji migrasi (SNI ISO 535:2016) 7323:2008) - Sifat termal (DSC)
Perbaikan mesin moulding kemasan biofoam yang lebih ergonomis.	Rekayasa mesin pencetak biofoam system hidraulik peunematik kolaborasi dengan bengkel.	Mesin pencetak biofoam system hidraulik peunematik (1 cetakan)	1. Biofoam yang tercetak memiliki karakteristik kadar air < 10%. 2. Biofoam yang tercetak memilik presisi ukuran yang tinggi.

Actions 2025

- Aplikasi nanoemulsi silika untuk peningkatan hidrofobitas biofoam.
- Scalling up teknologi produksi biofoam dari pelepah sawit skala 300-500 pcs/hari.
- Scalling up teknologi produksi biocoating silika dari cangkang sawit skala 100 L

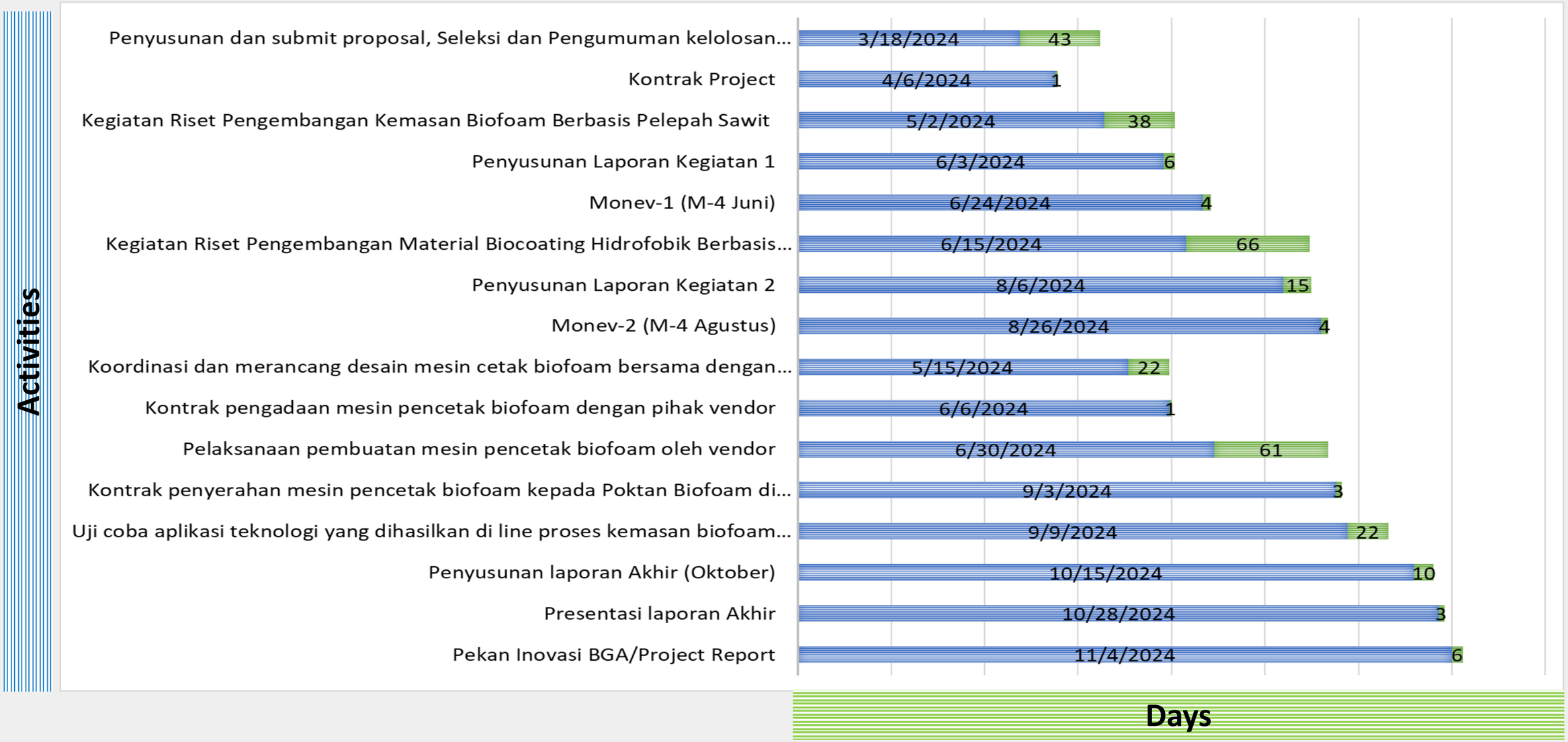
Actions 2026

- Uji produksi biofoam hidrofobik laik industri.
- Uji kemasan biofoam hidrofobik sebagai kemasan pangan basah durasi singkat (misal popmie)
- Uji promosi kemasan biofoam hidrofobik.
- Menjaring mitra industri untuk kolaborasi komersialisasi produk biofoam.

Future

- Produksi kemasan biofoam secara masal skala industrii.
- Promosi dan Pemasaran kemasan biofoam ke Masyarakat local.
- Ekspor kemasan biofoam.
- Regulasi dan Kebijakan penggunaan kemasan ramah lingkungan mendapat dukungan penuh dari pemerintah.

GANTT CHART PELAKSANAAN RISET



TIME LINE DETAIL PELAKSANAAN RISET

Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober				November			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyusunan dan submit proposal																																				
Seleksi dan Pengumuman kelolosan proposal																																				
Kegiatan: 1. Sampling bahan baku: pelepah sawit dan cangkang sawit																																				
2. Pengadaan bahan kimia dan pendukung lainnya																																				
3. Isolasi selulosa dari pelepah sawit																																				
4. Pengujian karakteristik selulosa pelepah sawit																																				
5. Formulasi kemasan biofoam dengan selulosa pelepah sawit																																				
6. Pengujian karakteristik kemasan biofoam																																				
7. Penyusunan draft artikel ilmiah (1)																																				
8. Monev-1 (M-4 Juni)																																				
9. Isolasi biosilika dari cangkang sawit (pengabuan, leaching, pirolisis)																																				
10. Pengujian kemurnian biosilika																																				
11. Rekayasa biosilika menjadi biocoating hidrofobik kemasan biofoam																																				
12. Pengujian karakteristik biocoating berbasis biosilika																																				
13. Aplikasi biosilika sebagai coating kemasan biofoam																																				
14. Pengujian karakteristik biofoam tercoating																																				
15. Penyusunan draft artikel ilmiah (2)																																				
16. Monev-2 (M-4 Agustus)																																				
17. Merancang perbaikan mesin cetak biofoam Koordinasi dengan Poktan Biofoam di Sidoarjo dan Vendor pembuat mesin cetak biofoam																																				
18. Kontrak pengadaan mesin pencetak biofoam dengan pihak vendor																																				
19. Proses pelaksanaan pembuatan mesin pencetak biofoam oleh vendor																																				
20. Kontrak penyerahan mesin pencetak biofoam kepada Poktan Biofoam di Sidoarjo																																				
21. Uji coba aplikasi teknologi yang dihasilkan di line proses kemasan biofoam Poktan Biofoam di Sidoarjo																																				
22. Laporan Akhir (Oktober)																																				
23. Pekan Inovasi BGA/Project Report																																				

RAB RISET

RENCANA ANGGARAN KEGIATAN

No	Komponen	Jumlah (Rp.)
1	Honor Tenaga Kerja	39,500,000
2	Biaya bahan, analisa laboratorium, sewa alat dan mesin	123,959,000
3	Biaya perjalanan & Administrasi	26,600,000
Jumlah		**190,059,000**

KEBUTUHAN TENAGA KERJA

No	Uraian	Volume (bulan/orang)	Harga Satuan	Jumlah (Rp.) (Volume x Satuan)
1	Peneliti Utama (Profesor)	5	3,000,000	15,000,000
2	Peneliti Muda	7	2,000,000	14,000,000
3	Teknisi	7	1,500,000	10,500,000
Jumlah				**39,500,000**

BIAYA PERJALANAN & MANAJEMEN

No	Uraian	Lokasi/Tempat/ Tujuan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah (Rp.) (Volume x Satuan)
1	Sampling pelepah sawit dan cangkang sawit	Kalimantan Tengah	2	Orang	5,000,000	10,000,000
2	Uji coba produksi biofoam di Poktan Taruna Tani Manunggal	Sukoharjo	2	Orang	3,800,000	7,600,000
3	Monev	Jakarta	2	kali	1,000,000	2,000,000
4	Manajemen Instansi	IPB	1	paket	7,000,000	7,000,000
Jumlah						**26,600,000**

BIAYA BAHAN, ANALISA LABORATORIUM, SEWA ALAT/MESIN

No	Uraian	Harga satuan	Volume	Satuan	Jumlah (Rp.) (Volume x Harga Satuan)
Biaya Bahan					*16,584,000*
1	Pelepah sawit	-	100	kg	-
2	Abu cangkang sawit	-	50	kg	-
3	Silicon Dioxide 500 G p.a	625,000	1	jar (500 g)	625,000
4	Natrium hidroksida p.a Merck	980,000	1	Jar (2,5 kg)	980,000
5	Natrium hidroksida teknis	155,000	10	kg	1,550,000
6	Asam klorida p.a Merck	1,400,000	1	botol (2,5L)	1,400,000
7	Asam klorida teknis	386,000	2	jerigen (20 L)	772,000
8	Etanol teknis 90%	98,000	20	Liter	1,960,000
10	Sorbitol powder teknis	85,000	10	kg	850,000
11	Poli Vinil Alkohol PVA 1799	315,000	5	kg	1,575,000
12	Magnesium stearat teknis	265,000	5	kg	1,325,000
13	Aquades 20L/jerigen	90,000	10	jerigen	900,000
14	Kertas saring 58 cm x 58 cm	8,000	50	lembar	400,000
15	Botol kaca sampel cair 100 ml	5,000	100	pcs	500,000
16	Jar kaca sampel padatan 250 ml	8,000	100	pcs	800,000
17	Tisu	12,000	10	pak	120,000
18	Aluminium foil	65,000	3	rol	195,000
19	Magnetic stirer bar 5 cm	145,000	2	pcs	290,000
20	Kitosan high grade	496,000	2	jar (250 g)	992,000
21	Asam asetat p.a Merck	1,350,000	1	botol (2,5L)	1,350,000
Biaya Pengujian					*20,750,000*
1	Kadar selulosa	150,000	3	sampel	450,000
2	Uji proksimat	450,000	4	sampel	1,800,000
3	Uji sifat mekanis kemasan biofoam	1,300,000	3	sampel	3,900,000
4	Daya serap air	200,000	4	sampel	800,000
5	X-Ray Fluoresence (XRF)	350,000	3	sampel	1,050,000
6	X-Ray Diffraction (XRD)	450,000	4	sampel	1,800,000
7	Scanning Electron Microscopy (SEM)	600,000	3	sampel	1,800,000
8	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	400,000	2	sampel	800,000
9	Transmission Electron Microscope (TEM)	1,500,000	2	sampel	3,000,000
10	Particle Sizer Analyzer (PSA)	400,000	6	sampel	2,400,000
11	Luas permukaan material (BET)	500,000	2	sampel	1,000,000
12	Contact angel/sudut kontak permukaan	400,000	3	sampel	1,200,000
13	Differential Scanning Calorymetry (DSC)	250,000	3	sampel	750,000
Biaya Sewa Alat/Mesin					*4,625,000*
1	Mesin cetak biofoam	125,000	25	jam	3,125,000
2	Tanur/pirolisis	100,000	15	jam	1,500,000
Biaya Publikasi					*7,000,000*
1	Proofreading artikel ilmiah	1,000,000	1	artikel	1,000,000
2	APC publikasi artikel (Internasional)	6,000,000	1	artikel	6,000,000
Biaya Rekayasa Mesin Pencetak Biofoam					*75,000,000*
1	Biaya part untuk rekayasa mesin pencetak biofoam ergonomis	75,000,000	1	paket	75,000,000
Jumlah					**123,959,000**

*Harga termasuk pajak

DAMPAK RISET

1. Termanfaatkannya limbah padat industri kelapa sawit (pelepah dan cangkang) sehingga menambah nilai ekonomi limbah tersebut.
2. Dihasilkannya produk turunan dari biomassa kelapa sawit berupa selulosa sebagai penguat kemasan biofoam dan material coating hidrofobik silika dari cangkang sawit sebagai sumber finansial industri sawit.

1. Peningkatan kesejahteraan petani sawit
2. Terbukanya lapangan kerja baru
3. Teratasinya masalah lingkungan akibat dari limbah padat industri sawit (*Zero waste*).

REFERENCES

1. Silviana, S. anda Lukmilayani, C., Metal coating derived from modified silica as anti-corrosion, Defect and Dissfusion Forum, 2024, Vol. 431, 77-95.
2. Rashad, A.M., Silica fume as a foaming agent, In book: Silica fume in geopolymers, 2023, DOI: 10.1007/978-3-031-33219-7-4.
3. Silviana, S., Sa'adah, A.N., Saputra, K.B., Naftalina, B.E., Kroon, C.R., Catherine, G.N., Subianto, L., Annisa, M.E., Maghfira, R.U., Azzahra, T.D., Febriansyah, Y.M., Superhydrophobic coating based on silica derived from bagasse modified with vinyltriethoxysilane and copper as antibacterial agent, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2022, 963, 012023, DOI:10.1088/1755-1315/963/1/012023.
4. Anonim, Plastic the fact, PlasticsEurope AISBI, 2022.
5. Bahan tayang sosialisasi innovation proposal PT. BGAS, Maret 2024, di IPB University.
6. Lee, M.D., Mohamad, N.F.A., Hassan, N.A., Lee, P.S., Performance of oil palm frond fiber as filtration material in palm oil mill effluent treatment, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 690, 2021, 012039, DOI: 10.1088/1755-1315/690/1/012039.
7. Anonim, 2023, BSIP dan Balitangda Prov. SulBar sukses gelar Pelatihan Pemanfaatan Limbah Padat Perkebunan Kelapa Sawit di Kab. Mamuju, Portal PPID BSIP SulBar.
8. Liu, X., Hu, C., Chu, L., Microsturcture, compressive strength and sound insulation property of fly ash-based geopolymeric foams with silica fume as foaming agent, Materials, 2020, 13, 3215, DOI:10.3390/ma13143215.
9. Lubis, A.M.H.S., Feefferie, A.R., Damanhuri, A.A.M., Rahmah, A.U., Razak, M.N.A.A., Mechanical properties of oil palm frond wood filled thermoplastic polyurethane, 2020, International Journal of Nanoelectronics and Materials, 2020, 255-266.
10. K. Wahyuningsih, Evi Savitri Iriani, Evana Yuanita, Characterization of migration rate and biodegradability of cassava starch-based biofoam modified with alkyl ketene dimer. Macromolecular Symphosia, 2020, Vol. 391, 1900131, DOI:10.1002/masy.201900131.
11. E.S. Iriani, K. Wahyuningsih, Evi Oktavia, The effect of surface modification by sizing agent on the water absorption capacity of cassava starch-based biofoam packaging; Macromolecular Symphosia, 2020, Vol. 391, 1900133, DOI: 10.1002/masy.201900133.
12. K. Wahyuningsih, Sri Yuliani, Wahyu Diyono, Hoerudin, Tatang Hidayat, Peningkatan Bobot Produksi Biosilika Termodifikasi dari Sekam padi dan Aplikasinya sebagai Reinforcing Filler pada Barang Jadi Karet, Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian, Vol. 18, No. 2, 2021.
13. S. Yuliani, Hoerudin, K. Wahyuningsih, Tatang Hidayat, Surface Modification of Nano-Biosilica Extracted from Rice Husk using A Silane Coupling Agent, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, Vol. 752 (2021) 01205, IOP Publishing.
14. K. Wahyuningsih, Sri Yuliani, Hoerudin, Characteristics of Silica Nanoparticles from Rice Husk as Influenced by Surface Modification with Used Solvent Containing Silane, J. Eng. Technol. Sci., Vol. 53, No.4, 2021, 210403.
15. K. Wahyuningsih, Evi Savitri Iriani, Bunda Amalia , The addition of biosilica and coconut oil to improve the characteristic of starch-based biofoam packaging, IOP Proceeding Conference Series: Earth and Environtmental Science.
16. K. Wahyuningsih, Evi Oktavia, Evi Savitri Iriani, Karakterisasi selulosa tandan kosong kelapa sawit yang diproduksi dengan teknik termal dan non-termal, Prosiding Ilmiah Seminar Nasional Lignoselulosa 2020, LIPI Press, terbit 2021.
17. P. Luna, K. Wahyuningsih, Habiddin Habiddin and Nurdi Setyawan, Development of biodegradable foam from cellulosic hemicellulosic, and lignin fractions from durian skin fibre (DSF) and its application, AIP Conference Proceedings, 2569(1):070012, DOI: 10.1063/5.01181012023.
18. Paten biosilika dan biofoam:
    (1) Proses penambahan pulp tandan kosong kelapa sawit dan sizing agent dalam pembuatan kemasan biodegradable foam berbasis tapioka, Granted 2022 No. P00201905251.
    (2) Proses pembuatan kemasan biodegradable foam menggunakan serat abaca dan pati ubikayu dengan penambahan ekstrak buah kelapa, granted 2023, No. P00202009771.
    (3) Komposisi dan Proses Pembuatan Kompon Karet Berpori Menggunakan Bahan Pengisi Biosilika, Minyak Nabati dan Compatibilizer, granted 2023, No. P00202105211, Lisensor: PT. Karya Adyatma Sejahtera tahun 2022-2024.
    (4) Komposisi dan Proses Pembuatan Bahan Pengkompatibel (Compatibilizer) untuk Produksi Kompon Karet yang Berpengisi (Filler) Nano-Biosilika dari Sekam Padi, granted 2022, No. P00202010233, Lisensor: PT. Karya Adyatma Sejahtera tahun 2022-2024.

Bumitama Gunajaya Agro

THANK YOU