

Pengembangan Material Karbon 3D Aerogel Berbasis Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Anoda pada Baterai-ion Lithium

Oleh:

- Nidya Chitraningrum, Ph.D. (Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, BRIN)
- Dr. Anif Jamaluddin (Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Sebelas Maret)
- Dr. Anees Ameera Binti Fauzi (Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, BRIN)
- Achmad Subhan, M.T. ((Pusat Riset Material Maju, BRIN)
- Ahmad Fudholi, Ph.D. (Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, BRIN)





TUJUAN PROJECT

- Mengurangi limbah kelapa sawit yang berpotensi mencemari lingkungan
- Memanfaatkan limbah kelapa sawit yaitu tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku karbon 3D aerogel dengan metode pembuatan yang sederhana
- Memanfaatkan hasil sintesa karbon 3D aerogel berbasis tandan kosong kelapa sawit sebagai komponen material anode pada baterai ion lithium.
- Melakukan studi perbandingan dari performa elektrokimia dari baterai-ion lithium berbasis karbon 3D aerogel dengan baterai-ion lithium berbasis grafit konvensional.

JUSTIFIKASI RISET/ PROJECT

Penelitian mengenai pengembangan material karbon 3D aerogel berbasis tandan kosong kelapa sawit sangat penting memiliki justifikasi yang tinggi, karena pentingnya melakukan pengolahan lebih lanjut terhadap limbah hasil produksi minyak kelapa sawit, seperti tandan kosong kelapa sawit menjadi suatu produk baru yang memiliki kemanfaatan dan nilai tambah yang lebih tinggi. Selain itu penggunaan material yang berasal dari biomassa TKKS juga mendukung menuju Indonesia Net Zero Emission.

Penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan untuk membuat material anode berbasis karbon aktif biomassa seperti dari kulit jeruk, kulit manggis, sabut kelapa dll. Pengusul sebelumnya telah membuat material karbon aktif TKKS untuk anode baterai ion lithium, namun efisiensi baterai masih cukup jauh dibawah baterai ion lithium dengan anode material grafit, hal ini dapat dikarenakan material karbon aktif tersebut belum cukup besar luas permukaan spesifiknya, sehingga masih tidak optimal dalam menangkap dan menyalurkan ion lithium di dalam anoda baterai.

Material karbon 3D aerogel diketahui memiliki luas permukaan spesifik yang besar, struktur microporous yang lebih uniform yang berpotensi memiliki untuk memberikan performa elektrokimia yang lebih baik.

Table 1 Performa beberapa baterai ion lithium karbon aktif berbasis biomassa

Biomass materials	Spesific capacity mAh/g	Energy density W h/kg	Reference
Rice husk	372.5	558.75	Padwal <i>et al.</i>
Buckwheat husk	649.4	974.1	Li <i>et al.</i>
Banana peel	620	930	Zhang <i>et al.</i>
Wheat straw	680	1020	Wang <i>et al.</i>
Corn hair	589.5	884.25	He <i>et al.</i>
Grape stem	891	1336.5	Yang et al.

Padwal C, Pham HD, Hoang LTM, Mundree S, Dubal D. Deep eutectic solvents assisted biomass pre-treatment to derive sustainable anode materials for lithium-ion batteries. *Sustain Mater Technol.* 2023;35(7):e00547.

Li N, Liu M, Zhang Z, Wang S, Liang C, Yu K. Precise control of morphology and electrochemical properties of buckwheat husk-based biomass carbon spheres. *Diam. Relat Mater.* 2022;130(5):109462.

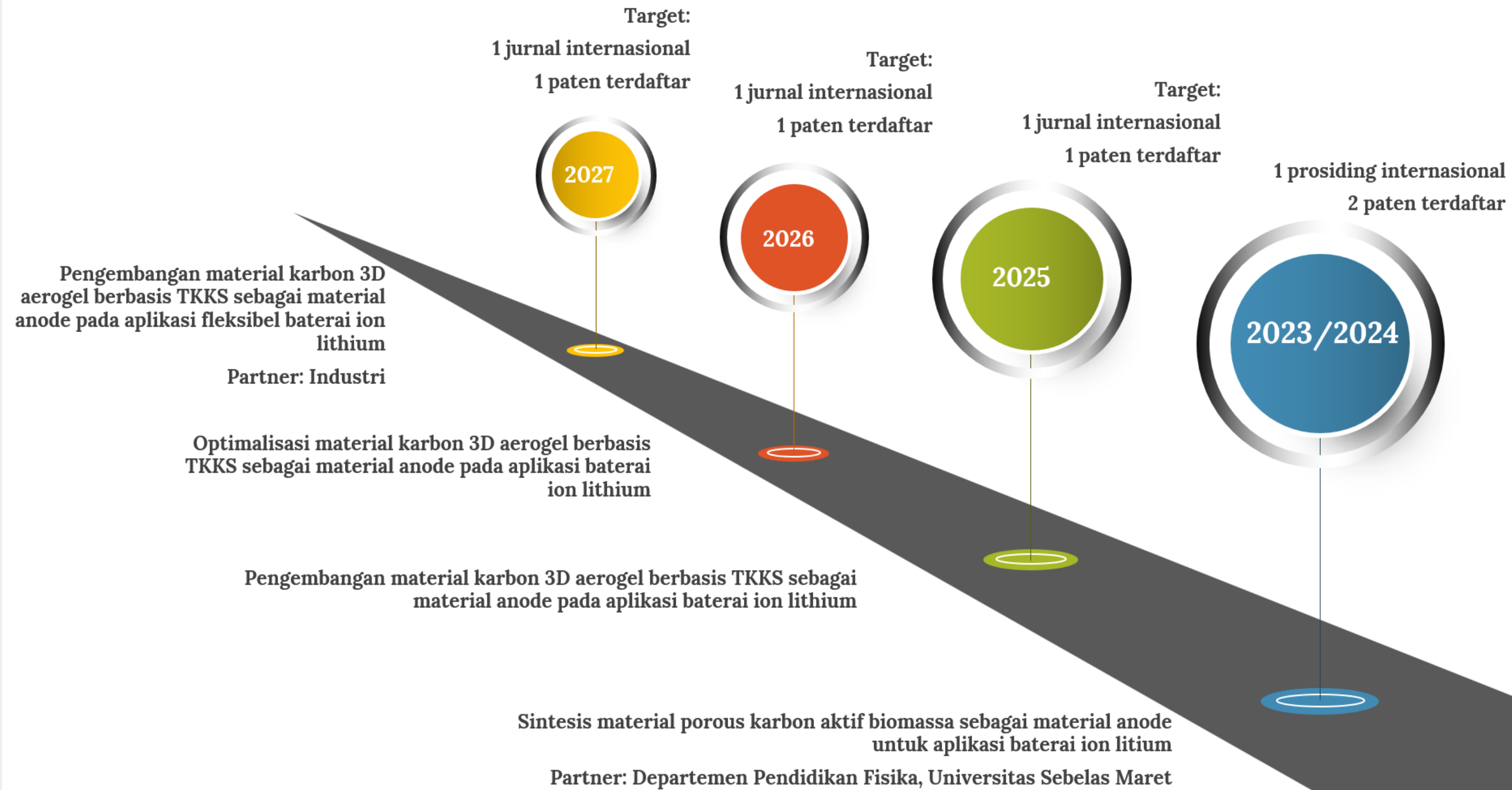
Zhang R, Hou Q, Wang Y, Zhu W, Fan J, Zheng M, et al. A biomass-based hierarchical carbon via MOFs-assisted synthesis for high-rate lithium-ion storage. *Electrochem. Commun.* 2022;139(6):107310.

Wang P, Wang H, Liang C, Yu K. Effects of nitrogen and phosphorus co-doped layering on lithium/sodium-ion storage properties of biomass-derived carbonaceous electrode materials. *J Alloys Compd.* 2022;922(1):166233.

He W, Luo H, Jing P, Wang H, Xu C, Wu H, et al. Embedding silicon in biomass-derived porous carbon framework as high-performance anode of lithium-ion batteries. *J Alloys Compd.* 2022;918:(1)165364.

Yang X, Zheng X, Yan Z, Huang Z, Yao Y, Li H, et al. Construction and preparation of nitrogen-doped porous carbon material based on waste biomass for lithium-ion batteries. *Int J Hydrogen Energy.* 2021;46(33):17267–81. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.02.131>

BIG PICTURE RISET/ PROJECT



GANTT CHART PELAKSANAAN

No.	Aktivitas	Deskripsi Kegiatan	Waktu Pelaksanaan	Keterangan
1	Pengadaan bahan	Mempersiapkan bahan-bahan penelitian	Mei-Agustus 2024	Dilakukan di ilab Cibirong
2	Preparasi karbon 3D aerogel berbasis TKKS	Melakukan persiapan untuk mensintesis karbon 3D aerogel berbasis TKKS	Juni – Juli 2024	Dilakukan di ilab Cibirong
3	Karakterisasi material	Melakukan pengujian terhadap material karbon berbasis TKKS seperti XRD, FESEMEDX, BET, dan FTIR	Juli-September 2024	Dilakukan di ilab Cibirong
4	Fabrikasi lembaran anode dan baterai ion lithium berbasis TKKS	Melakukan pembuatan komponen anoda baterai dan penggabungan menjadi baterai ion lithium tipe koin sel	September – Nov 2024	Dilakukan di ilab Cibirong
5	Analisis	Melakukan analisis terhadap seluruh hasil pengujian	Nov – Desember 2024	Dilakukan di ilab Cibirong
6	Penulisan laporan akhir	Penulisan laporan akhir kegiatan	Nov-Desember 2024	

RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN) (1)

A.1	Kegiatan A		Tuliskan Indikator Kinerja Riset/Luaran yang akan dihasilkan dari aktivitas tersebut	Volume	Frekuensi	Harga Satuan (Rp)	Satuan	Jumlah
	1	Spridol permanent ARTLINE warna hitam	Tersedianya bahan penunjang riset sesuai jumlah dan waktu, sehingga pembuatan baterai ion natrium berbasis material karbon aktif TKKS dapat terlaksana.	2	1	Rp17,500	PCS	Rp35,000
	2	Platik ziplock 8x12 cm		3	1	Rp10,000	PCS	Rp30,000
	3	Platik ziplock 5x8 cm		3	1	Rp3,000	PCS	Rp9,000
	4	Platik wrap		6	1	Rp30,000	PCS	Rp180,000
	5	wadah sampel		100	1	Rp800	PCS	Rp80,000
	6	Tisu lab KIMTECH		5	1	Rp40,000	PCS	Rp200,000
	7	Sarung tangan latex everglove		2	1	Rp50,000	PCS	Rp100,000
	8	Label Tom&Jerry No 123		2	1	Rp6,000	PAK	Rp12,000
	9	Ballpoint hitam		5	1	Rp3,000		Rp15,000
	10	Plastik Ziplock 30 x40		2	1	Rp100,000		200,000
	11	Kotak box besar		3	1	Rp350,000		Rp1,050,000
	12	Tisu 10 kotak		10	1	12,000		120,000
	13	Aluminium foil		10	1	80,000		Rp800,000
	14	Plastik transparan		2	1	20,000		40,000
	15	Rak conical		3		30000		Rp90,000
	16	Plastik Ziplock 15 x 10		2	1	Rp100,000		200,000
	17	Kotak box sedang		3	1	175000		525,000
	Sub Total A.1.1							Rp3,686,000



--	--

RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN) (2)

Kegiatan B	Persiapan bahan lab	Tuliskan Indikator Kinerja Riset/Luaran yang akan dihasilkan dari aktivitas tersebut					
1	TKKS	Tersedianya bahan habis pakai bahan kimia dan penunjang riset lainnya sesuai jumlah dan waktu, sehingga pembuatan baterai ion natrium berbasis material karbon aktif TKKS dapat terlaksana.	25	1	Rp200,000	kg	Rp5,000,000
2	ZnCl ₂		5	1	Rp1,200,000	botol	Rp6,000,000
3	KOH (Pottasium hydroxide) 1 kg		3	1	Rp700,000	1 kg	Rp2,100,000
4	Gelas ukur kaca 100 ml		3	1	Rp50,000	PCS	Rp150,000
5	Tabung nitrogen 1mm3+isi		1	1	Rp800,000	PCS	800,000
6	Beaker glass 1000 ml		2	1	Rp300,000	PCS	600,000
7	Beaker glass 600 ml		2	1	Rp200,000	PCS	400,000
8	Beaker glass 600 ml		2	1	Rp200,000	PCS	400,000
9	Beaker glass 300 ml		2	1	Rp200,000	PCS	400,000
10	Beaker glass 100 ml		2	1	Rp200,000	PCS	400,000
11	Beaker glass 5000 ml		3	1	800,000	PCS	2,400,000
12	Krusibel 100 ml		5		100,000	PCS	500,000
13	Krusibel 150 ml		5		150,000	PCS	750,000
14	hydrothermal autoclave 100 ml		3	1	3,500,000	PCS	10,500,000
15	aquades		2	1	250000	dirigen	500,000
16	Sabun cuci tangan Lifebouy		5	1	Rp20,000	PCS	Rp100,000
17	Sabun cuci gelas Sunlight		5	1	Rp15,000	PCS	Rp75,000
18	Hydrochloric acid (HCl) Sigma Aldrich SKU 30721-2.5L		1	1	Rp1,800,000	PCS	Rp1,800,000
19	H2SO4 (Asam sulfat) 95-98% Sigma Aldrich		2	1	Rp3,500,000	Botol	Rp7,000,000
20	Litmus paper		1	1	Rp151,000	PACK	Rp151,000
21	Whatman glass microfibre filters grade GF/B Sigma Aldrich		2	1	Rp800,000	PAK	Rp1,600,000
22	Sulfuric acid		1	1	Rp4,000,000	500 g	Rp4,000,000
23	Acetone		1	1	Rp2,500,000	@ 500 ml	Rp2,500,000
24	Mefenamic acid		1	1	10,800,000		10,800,000
25	1-Butanol (CAS 71-36-3)		1	1	Rp1,250,000	100 ml	1,250,000
26	Hydrogen peroxide		1	1	Rp5,000,000		5,000,000
27	Sodium hydroxide		2	1	1200000		2,400,000
28	Magnetic stirrer bar 40x8mm		1	1	Rp50,000	PCS	Rp50,000
29	Sample tube 1.5 ml (100 pcs)		2	1	Rp70,000	PACK	Rp140,000
30	Disposal pipette dropper 3 mL (100 pcs)		1	1	Rp90,000	PACK	Rp90,000
31	Magnetic stirrer bar 25x7mm		1	1	Rp50,000	PCS	Rp50,000
32	Cawan petri 150 mm		10	1	Rp150,000	pcs	Rp1,500,000
33	Isi gas nitrogen		20	1	Rp75,000	pcs	1,500,000
34	Conical tube tahan panas		3	1	250000	kotak	750,000
Sub Total A.1.2							Rp71,656,000

RAB RISET/ PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN) (3)

Aktivitas C	Perjalanan	Tuliskan Indikator Kinerja Riset/Luaran yang akan dihasilkan dari aktivitas tersebut					
1	Perjalanan dinas antar kota	Biaya perjalanan untuk menunjang kegiatan penelitian sehingga dapat terlaksana dengan baik.	4	1	Rp2,000,000	kali	8,000,000
Sub Total A.1.2							Rp8,000,000
Aktivitas D	Pengujian dan pemakaian alat	Tuliskan Indikator Kinerja Riset/Luaran yang akan dihasilkan dari aktivitas tersebut					
1	Digester		20	1	Rp300,000	kali	6,000,000
2	Furnace		20	1	400000		8,000,000
3	XRD		15		625000		9,375,000
4	FESEM EDX		15		1,000,000		15,000,000
5	BET		15		1000000		15,000,000
6	FTIR		15		400000		6,000,000
7	Raman		15		1000000		15,000,000
Sub Total A.1.2							Rp74,375,000
	TOTAL						157.717.000

DAMPAK RISET/ PROJECT

Dampak financial

- Menggunakan material yang berasal dari limbah kelapa sawit sehingga dapat menghasilkan baterai ion lithium yang lebih hemat biaya
- Menghemat biaya produksi dari baterai ion lithium

Dampak non-financial:

- Mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah TKKS yang terus bertambah.
- Menambah nilai guna dan kebermanfaatan limbah tkks menjadi suatu produk yang memiliki nilai tinggi
- Mengurangi penggunaan material grafit yang berasal dari sumber fosil dengan bahan alam yang ramah lingkungan



Bumitama Gunajaya Agro

THANK
YOU
—