



Bumitama Gunajaya Agro

Studi Perbandingan Agen Aktivasi NaOH dan KOH terhadap Kinerja Adsorben Berbasis *Palm Oil Fly Ash* (POFA) dan Optimalisasi Penerapannya dalam Pengolahan Air Limbah PT. Bumitama Gunajaya Agro

Oleh:

- Prof. Ir. Tutuk Djoko Kusworo, ST, MT, PhD
- Dita Aulia Azizah, ST, MT
- Meitri Bella Puspa, ST
- Muhammad Itsar Hanif, ST



**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO, SEMARANG
2024**



TUJUAN PROJECT

- Meningkatkan nilai guna POFA sebagai teknologi adsorben berkinerja tinggi dalam pengolahan air limbah PT. Bumitama Gunajaya Agro.
- Mengkaji pengaruh agen aktivasi NaOH dan KOH terhadap karakteristik dan kinerja adsorben POFA dalam pengolahan air limbah PT. Bumitama Gunajaya Agro.
- Mengkaji pengaruh serentak variabel utama kinerja adsorpsi POFA dalam pengolahan air limbah PT. Bumitama Gunajaya Agro menggunakan analisis *response surface methodology* (RSM).
- Mengkaji tingkat kelayakan proses dan ekonomi penerapan adsorben POFA dalam pengolahan air limbah PT. Bumitama Gunajaya Agro.

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

• Penelitian terdahulu

No	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Referensi
1	Treatment of tropical stabilised landfill leachate using palm oil fuel ash: isothermal and kinetic studies	• Impregnasi kimia (2 jam) • POFA : KOH = 1 : 1 • Pengeringan oven 105°C, 24 jam	• Luas permukaan BET = 332,87 m²/g • Pada kondisi optimum, kapasitas adsorpsi COD, warna, dan NH₃-N sebesar 27,78 mg/g; 28,33 Pt-Co/g; dan 0,0508 mg/g	Abuabdou <i>et al.</i> , 2019
2	Equilibrium isotherm modeling, Kinetics and thermodynamics study for removal of lead from waste water	• Refluks campuran (160°C, 8 jam) • POFA : NaOH = 1 : 5 • Pengeringan oven 110 °C, 12 jam	• Luas permukaan BET = 467,1 m²/g • Pada kondisi optimum, kapasitas adsorpsi maksimum Pb (II) = 16.39 mg/g	Chowdhury <i>et al.</i> , 2011
3	Adsorption of 4-nitrophenol on palm oil fuel ash activated by amino silane coupling agent (ASCA)	• Refluks campuran (30°C, 20 jam) • POFA : ASCA = 1 : 4 • Pengeringan vakum 80°C, 3 jam	• Kapasitas adsorpsi monolayer maksimum (4-nitrofenol) = 1000 mg/g (30°C) • Mekanisme adsorpsi terjadi secara <i>chemisorptions</i> dan <i>physisorptions</i>	Al Aoh <i>et al.</i> , 2012
4	Batch study on the removal of mercury (II) ion from industrial wastewater using activated palm oil fuel ash	• Impregnasi kimia (24 jam) • POFA : 0,5M H₂SO₄ = tidak diketahui • Pengeringan oven 110 °C	• Kapasitas adsorpsi dan luas permukaan BET tidak diketahui • Mampu menurunkan kadar polutan ion merkuri (II) dari air limbah industri sebesar 91,18%	Samad <i>et al.</i> , 2019
5	Adsorption of Remazol brilliant blue dye using palm oil shell fly ash HCl activated	• Impregnasi kimia (90°C, 1 jam) • POFA : 1 M HCl = 1 : 4 • Pengeringan oven 110 °C	• Luas Permukaan SAA = 13,62 m²/g • Pada kondisi optimum, kapasitas adsorpsi zat warna Remazol brilliant sebesar 6,908 mg/g	Lestari <i>et al.</i> , 2023

Perlakuan Alkali

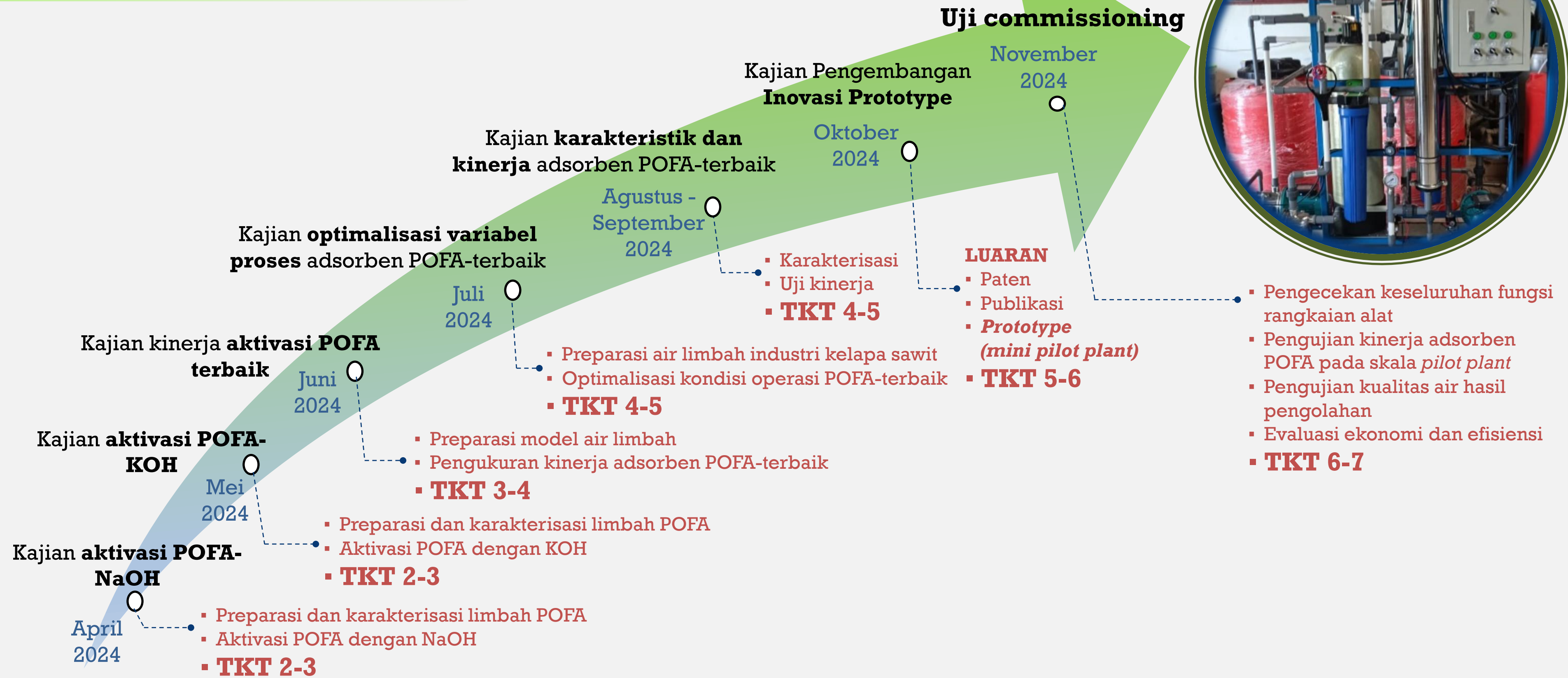
Perlakuan Asam

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

- **Justifikasi riset**

- ❑ Perlakuan alkali memiliki kedudukan lebih tinggi dibandingkan perlakuan asam karena fungsi ganda yang dimilikinya yakni sebagai agen *pre-treatment* dan agen pengaktivasi sehingga menghasilkan POFA dengan luas permukaan, rerata ukuran pori, dan kinerja adsorpsi yang lebih baik dibandingkan POFA-asam.
- ❑ Permukaan POFA-alkali yang kaya akan gugus fungsi oksigen dan alkaloid dinilai lebih sesuai dalam mengolah air limbah industri kelapa sawit dibandingkan POFA-asam karena kecenderungan permukaannya yang bermuatan negatif.
- ❑ NaOH dan KOH termasuk golongan alkali kuat yang dilaporkan secara signifikan mampu memodifikasi adsorben sehingga mengalami peningkatan luas permukaan dan diameter pori.
- ❑ **Dengan metode penelitian yang sama, NaOH dihipotesiskan mampu menghasilkan peningkatan karakteristik dan kinerja adsorben-POFA yang lebih unggul dibandingkan KOH.**
- ❑ Dengan beberapa fitur yang dihasilkannya, adsorben POFA-NaOH dihipotesiskan dapat diterapkan sebagai teknologi pengolah air limbah industri kelapa sawit pada kondisi operasi yang mudah dan ekonomis.

BIG PICTURE RISET/PROJECT



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

Item	Volume	Harga Satuan	Total
Hach Ammonia reagen	3	Rp 475 .000,00	Rp 1.425.000,00
Phenol Reagen	2	Rp 900.000,00	Rp 1,800.000,00
Aquades	500	Rp 2.000,00	Rp 1.000.000,00
Pottasium Hydroxide Pro Analisis MERCK 105033	4	Rp 650.000,00	Rp 2.600.000,00
Sodium Hydroxide Pro Analisis MERCK 106498	4	Rp 568.000,00	Rp 2,272.000,00
Etanol teknis 95%	10	Rp 50.000,00	Rp 500.000,00
Kaca mata laboratorium	6	Rp 150.000,00	Rp 900.000,00
Masker	5	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Sarung tangan lateks	8	Rp 120.000,00	Rp 960.000,00
Kotak P3K	1	Rp 450.000,00	Rp 450.000,00
Indikator EBT	2	Rp 400.000,00	Rp 800.000,00
Indikator pH	3	Rp 350.000,00	Rp 1.050.000,00
Termometer raksa 110C	3	Rp 350.000,00	Rp 1.050.000,00
Aluminium foil	10	Rp 35.000,00	Rp 350.000,00
Kertas saring whatsman 41	20	Rp 30.000,00	Rp 600.000,00
Petridish	10	Rp 95.000,00	Rp 950.000,00
Aluminium foil	10	Rp 55.000,00	Rp 550.000,00
TDS Meter	1	Rp 750.000,00	Rp 750.000,00
Kertas HVS A4 80 gram	9	Rp 100.000,00	Rp 900.000,00
Kertas HVS F4 80 gram	7	Rp 125.000,00	Rp 875.000,00
Tinta printer hitam	8	Rp 100.000,00	Rp 800.000,00
Vibratory Sieve Shaker AS 200 Digit RETSCH	1	Rp 81.900.000,00	Rp 81.900.000,00

Item	Volume	Harga Satuan	Total
Tinta printer warna	6	Rp 150.000,00	Rp 900.000,00
Spidol	4	Rp 35.000,00	Rp 140.000,00
Kotak P3K	1	Rp 850.000,00	Rp 850.000,00
Alat-alat kebersihan (	3	Rp 200.000,00	Rp 600.000,00
Kertas Tissue	10	Rp 25.000,00	Rp 250.000,00
Timbangan digital	1	Rp 950.000,00	Rp 950.000,00
Indikator pH	3	Rp 250.000,00	Rp 750.000,00
Beaker glass 250 mL PYREX	30	Rp 65.000,00	Rp 1.950.000,00
Beaker glass 500 mL PYREX	30	Rp 100.000,00	Rp 3.000.000,00
Beaker glass 1000 mL PYREX	10	Rp 125.000,00	Rp 1.250.000,00
Pengaduk kaca	12	Rp 50.000,00	Rp 600.000,00
Erlenmeyer 200 mL	30	Rp 70.000,00	Rp 2.100.000,00
Erlenmeyer 500 mL	30	Rp 125.000,00	Rp 3.750.000,00
Erlenmeyer 1000 mL	10	Rp 195.000,00	Rp 1.950.000,00
Gelas ukur 10 mL	20	Rp 150.000,00	Rp 3.000.000,00
Gelas ukur 100 mL	15	Rp 250.000,00	Rp 3.750.000,00
Gelas ukur 1000 mL	5	Rp 400.000,00	Rp 2.000.000,00
1 Box Container	4	Rp 400.000,00	Rp 1.600.000,00
Botol sampel	120	Rp 10.000,00	Rp 1.200.000,00
Magnetic bar	10	Rp 150.000,00	Rp 1.500.000,00
Kabel roll	5	Rp 150.000,00	Rp 750.000,00
Magnetic Stirrer C-MAG HS 7 IKA	2	Rp 10.645.000,00	Rp 21.290.000,00
Adsorber column (Box Koagulasi)	1	Rp 15.000.000,00	Rp 15.000.000,00

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

Item	Volume	Harga Satuan		Total	
flowmeter glass 10 L/h	2	Rp	1.250.000,00	Rp	2.500.000,00
Valve stainless steel	4	Rp	750.000,00	Rp	3.000.000,00
Tangki tandon HDPE	3	Rp	1.250.000,00	Rp	3.750.000,00
Pipa PVC 3/4"	10	Rp	150.000,00	Rp	1.500.000,00
Pipa stainless 316 3/4"	5	Rp	1.250.000,00	Rp	6.250.000,00
Solenoid Valve SS 5 bar	5	Rp	900.000,00	Rp	4.500.000,00
Fittings (Elbow, Tee, Drat) 1 1/4 in	50	Rp	150.000,00	Rp	7.500.000,00
Dosing controller	1	Rp	8.600.000,00	Rp	8.600.000,00
Microfilter fabric	4	Rp	350.000,00	Rp	1.400.000,00
Pressure gauge	4	Rp	450.000,00	Rp	1.800.000,00
Cuvet sekali pakai (100 pcs)	10	Rp	80.000,00	Rp	800.000,00
Film aplicator 150 um	5	Rp	150.000,00	Rp	750.000,00
Plastik Ziplock	10	Rp	45.000,00	Rp	450.000,00
Transport	2	Rp	4.500.000,00	Rp	9.000.000,00
Publikasi Internasional	1	Rp	15.000.000,00	Rp	15.000.000,00
Jasa Sewa Box Oven (/1jam)	504	Rp	15.000,00	Rp	7.560.000,00
Tenaga pembantu lapangan	1	Rp	4.500.000,00	Rp	4.500.000,00
Tenaga asisten olah data	1	Rp	4.500.000,00	Rp	4.500.000,00
Tenaga asisten pembantu peneliti	1	Rp	4.500.000,00	Rp	4.500.000,00

Item	Volume	Harga Satuan		Total	
Jasa analisa SEM	10	Rp	275.000,00	Rp	2.750.000,00
Jasa analisa FTIR	10	Rp	100.000,00	Rp	1.000.000,00
Jasa analisa XRF	10	Rp	350.000,00	Rp	3.500.000,00
Jasa analisa PSA	10	Rp	200.000,00	Rp	2.000.000,00
Jasa analisa BET-BJH	6	Rp	700.000,00	Rp	4.200.000,00
Jasa analisa Zeta Potensial	10	Rp	250.000,00	Rp	2.500.000,00
Jasa Analisa TG-DTA-DSC	10	Rp	400.000,00	Rp	4.000.000,00
Jasa Analisa Uji COD	30	Rp	60.000,00	Rp	1.800.000,00
Jasa Analisa Uji fenol	30	Rp	50.000,00	Rp	1.500.000,00
Jasa Analisa Uji amoniak	30	Rp	50.000,00	Rp	1.500.000,00
Jasa Analisa Uji BOD	30	Rp	70.000,00	Rp	2.100.000,00
Jasa Analisa Uji limbah keseluruhan	1	Rp	3.700.000,00	Rp	3.700.000,00

Total Rp 296.372.000,00

DAMPAK RISET/PROJECT

- ❑ Penerapan POFA sebagai adsorber dalam pengolahan air limbah PT. Bumitama Gunajaya Agro menjadi solusi dari tiga permasalahan utama industri, yakni manajemen pengolahan limbah, penerapan teknologi hijau, dan penghematan biaya operasi.
- ❑ Hasil optimalisasi kinerja operasi adsorber-POFA dalam mengolah air limbah PT. Bumitama Gunajaya Agro dapat menjadi dasar peningkatan efisiensi pengolahan air limbah untuk seluruh industri kelapa sawit.
- ❑ Potensi komersialisasi produk sehingga dapat membuka lebih banyak lapangan pekerjaan.
- ❑ Mendukung tujuan pembangunan keberlanjutan (SDGs) dunia, khususnya yang berkaitan dengan upaya mempertahankan ketersediaan air bersih dan sanitasi, responsibilitas konsumsi dan produksi industri, dan upaya penekanan pengaruh perubahan iklim yang secara berturut-turut dicantumkan dalam poin 6, 12, dan 13.
- ❑ Menjadi dasar dalam mengetahui rekayasa *engineering*, besaran sumberdaya, perencanaan produksi, dan memaksimalkan pemanfaatan limbah POFA.



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**

—