

OPTIMALISASI PUPUK BERBAHAN FLY ASH DAN BOTTOM ASH (FABA)

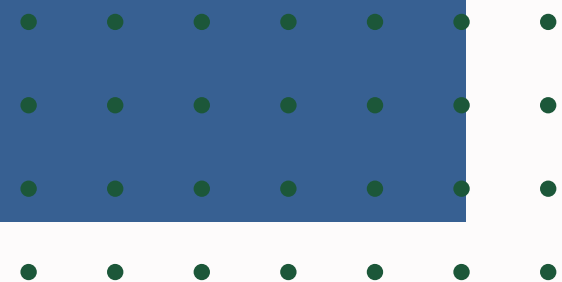
(KERJASAMA : PRTP-OREM – PEMKAB. MUARA ENIM)

PUSAT RISET TEKNOLOGI PROSES
ORGANISASI RISET ENERGI DAN MANUFAKTUR
(OREM)
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

Muara Enim, 16 Desember 2025

Content

- 01 Latar Belakang
- 02 Tujuan dan Sasaran
- 03 Jadwal Kegiatan
- 04 Hasil Identifikasi dan Karakterisasi Bahan Baku
- 05 Hasil Formulasi Pupuk Berbahan Baku FABA
- 06 Kendala dan Tindak Lanjut



Latar Belakang

Kondisi Tanah di Muara Enim

01

Kabupaten Muara Enim didominasi oleh jenis tanah Podzolic Merah Kuning (PMK) sebesar 43,28 % (Perda Kab Muara Enim No 13 2024)

Tanah PMK umumnya rendah Si tersedia, tinggi Al (toksis bagi akar) dan pH sangat masam (4-5), KTK rendah

02

03

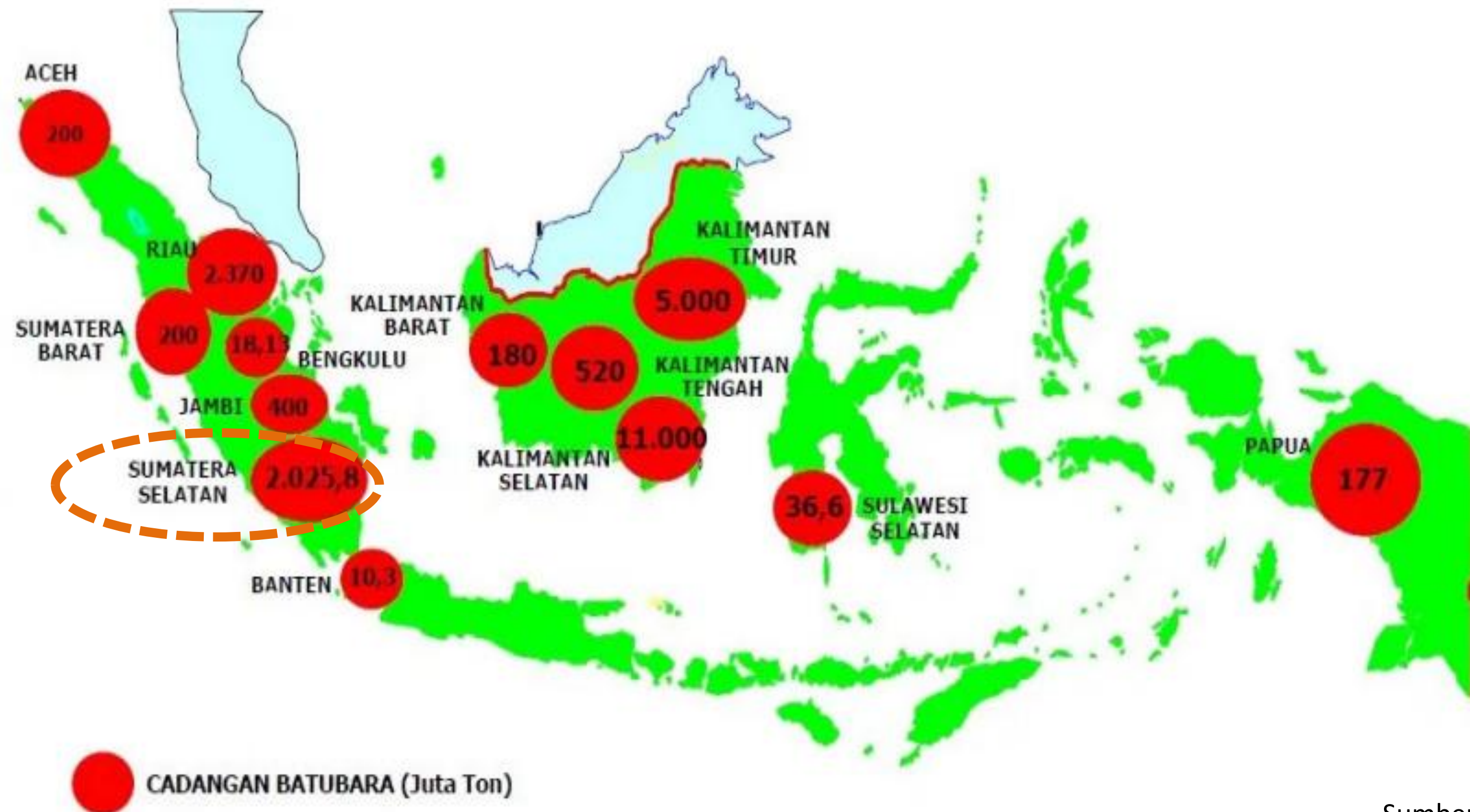
- Kurang mendukung utk pertumbuhan tanaman
- Ketersediaan fosfor rendah dan kandungan Al tinggi

Solusi:

- Pemberian kapur (utk menaikkan pH dan mengurangi toksisitas Al)
- Penambahan bahan organik (utk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan KTK)
- Penggunaan pupuk utk meningkatkan unsur hara P dan K

04

Cadangan Batu Bara di Indonesia



By Products Batubara (FABA)

- FABA merupakan residu dari proses pembakaran batu bara berupa fly ash (abu terbang) dan bottom ash (abu bawah)
- Komposisi Fly Ash tersusun dari material yang bersifat heterogen, bentuk umum bulat dan berukuran sekitar $0,5\mu\text{m}$ – $300\mu\text{m}$. Bottom Ash mempunyai tekstur yang lebih kasar dengan ukuran $>0,5\mu\text{m}^*$
- FABA memiliki karakter CaO cukup tinggi, MgO dan SiO₂ sangat tinggi, K sedikit. FABA mengandung hara benefisial (Si), makro sekunder (Ca, Mg), makro primer (K), dan mikro (Fe dan Na) yang dibutuhkan tanaman
- FABA berpotensi untuk dimanfaatkan di bidang pertanian sebagai pembenah tanah (amelioran), komponen produksi pupuk, dan filler pupuk

*(Chiang dan Pan (2017))



Potensi FABA di Muara Enim

Muara Enim



PT HBAP (Sumsel 8) (144.000 ton/tahun)



PLN UPK Bukit Asam (12.000 ton/tahun)



PT Bukit Asam (7.000 ton/tahun)



PT GHEMMI (150.000 ton/tahun)

**POTENSI FABA
MUARA ENIM
313.000 TON/TAHUN**

**Dulu: FABA
Limbah B3**

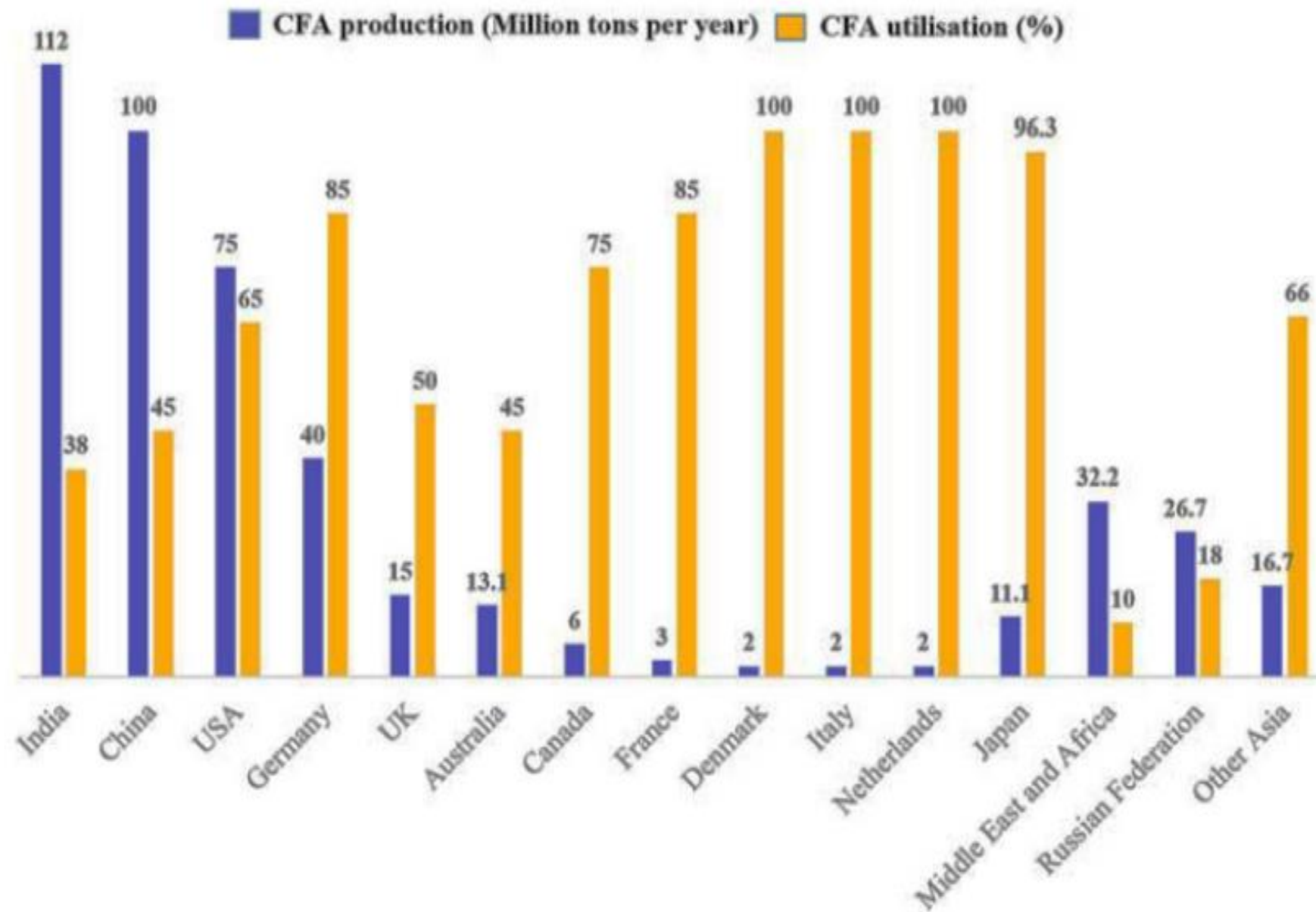
**Sekarang: Dikecualikan
(PP 22/2021)**



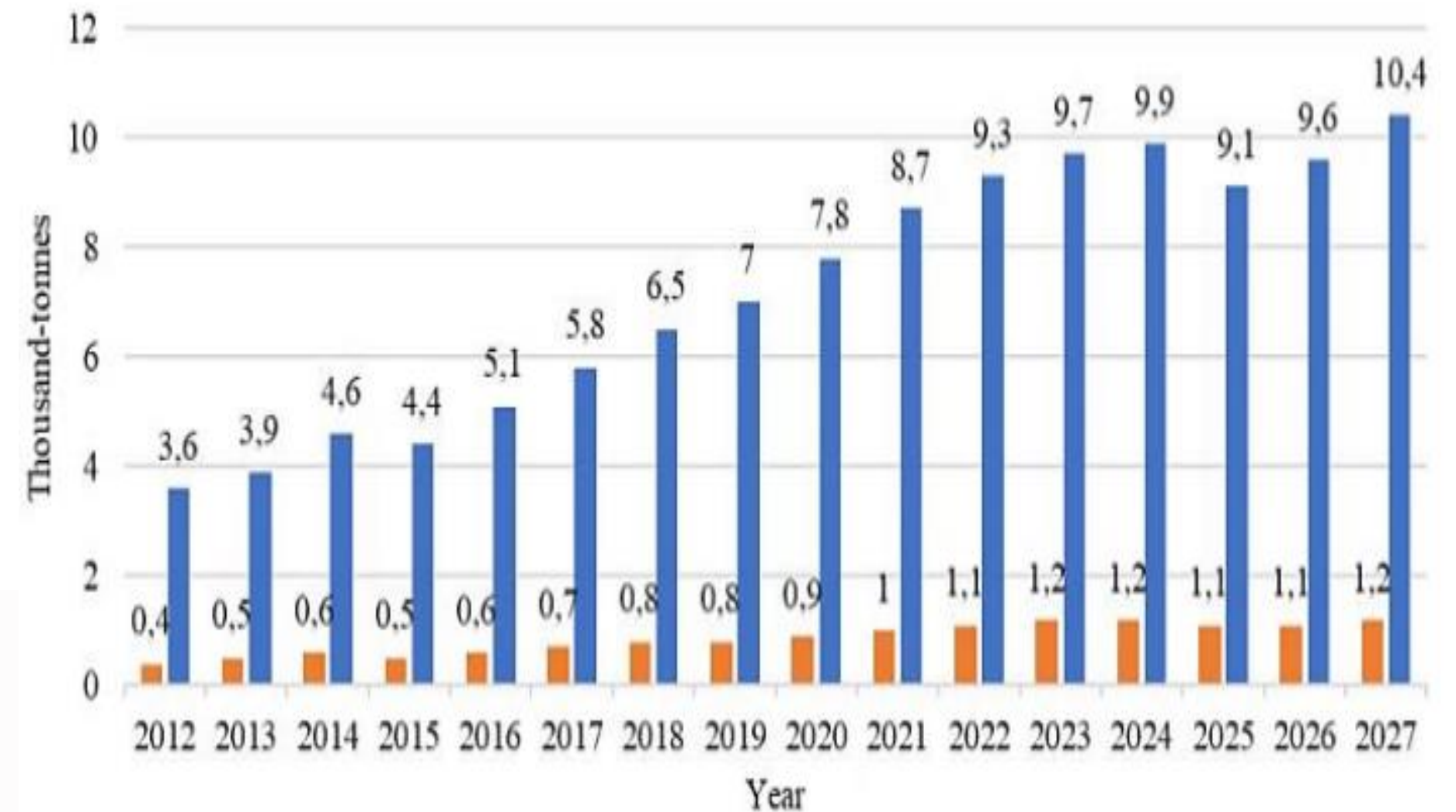
**Pengolahan
dan
Pemanfaatan
FABA**

Mendukung Program “MEMBARA”
“Mewujudkan Muara Enim Berdaya Saing
Melalui Peningkatan Kualitas Sumber Daya
Manusia dan Pemanfaatan Sumber Daya
Alam yang Berkelanjutan”.

Pemanfaatan Fly Ash

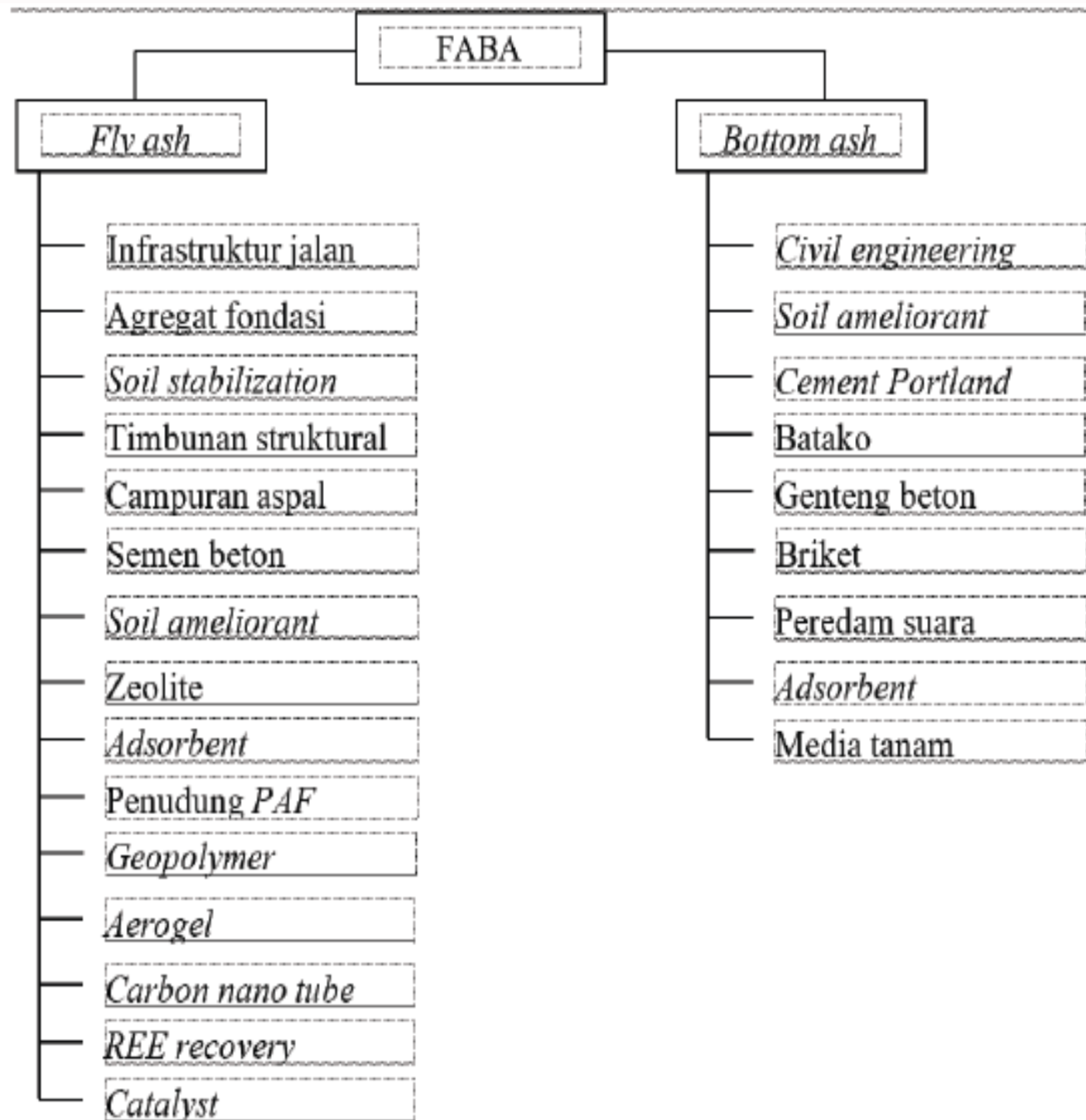


Sumber : Haryanto et al, 2025



Sumber : Permatasari et al, 2023

Pemanfaatan FABA



Perbandingan dan tantangan pemanfaatan

Aspek	Fly Ash	Bottom Ash
Karakteristik fisik	Partikel halus yang terbawa gas buang, ringan, dan mudah terdistribusi.	Partikel kasar yang mengendap di dasar ruang pembakaran.
Potensi sebagai pupuk	Mengandung unsur hara seperti silika (SiO ₂) yang berpotensi sebagai pupuk silika dan dapat meningkatkan kandungan silika pada produk semen.	Mengandung unsur hara seperti besi (Fe) dan mangan (Mn).
Risiko dan tantangan	Kandungan logam berat (Cu, Fe, Mn) dapat melebihi batas aman jika tidak diolah dengan baik.	Kandungan logam berat bervariasi dan memerlukan analisis cermat untuk menghindari toksisitas pada tanah dan tanaman.
Pemanfaatan	Berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk silika, namun perlu diuji secara menyeluruh.	Berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk, namun perlu dilakukan pengolahan untuk mengurangi risiko kandungan logam berat.



Rekomendasi pilot
plan produksi pupuk
berbahan baku FABA

Roadmap Kegiatan

2025



Aktivitas

- Identifikasi bahan baku
- Karakterisasi bahan baku
- Formulasi produk
- Analisis produk

Output

- Sampel FABA
- Hasil uji karakterisasi bahan baku
- Prototipe formula produk
- Hasil analisis produk (SNI)

2026



Aktivitas

- Pengembangan formula
- Uji efektivitas : demplot, eksplot
- Analisis produk

Output

- Formula FABA (prototipe 2)
- Hasil uji efektivitas produk
- Hasil analisis produk

2027



Aktivitas

- Basic design proses pembuatan pupuk berbahan FABA
- Penyusunan Pra-FS
- Drafting Paten

Output

- Dokumen Basic design proses pembuatan pupuk berbahan FABA
- Dokumen Pra-FS
- Dokumen Paten



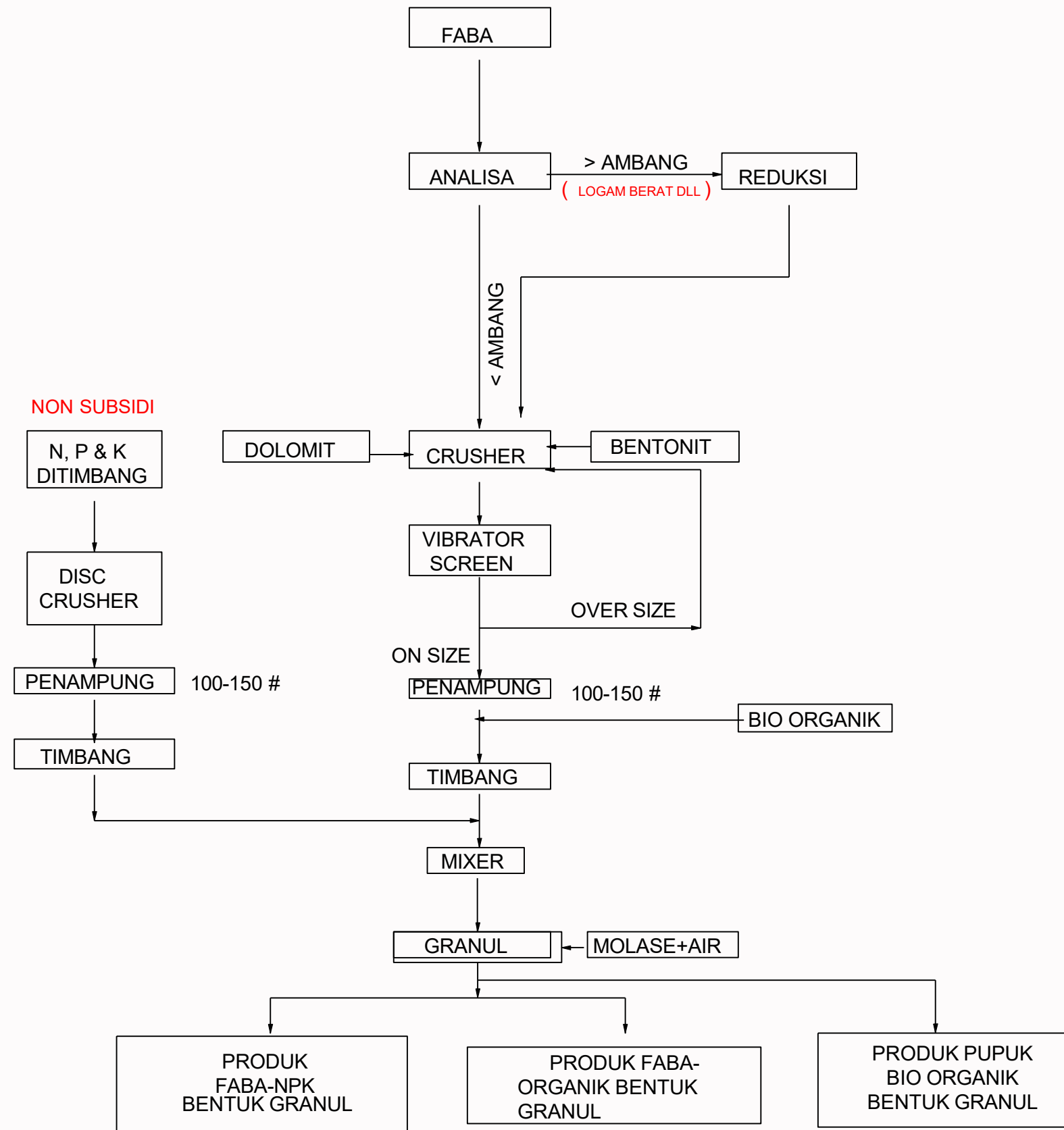
Tujuan & Sasaran

Tahap	Durasi	Tujuan	Output
Jangka Pendek	Ags – Nop 2025	Karakterisasi dan formulasi FABA	4 formula FABA
Jangka Menengah	Jan – Jun 2026	Aplikasi (uji efektivitas pupuk) Draft SNI	Hasil uji aplikasi SNI FABA – Okt 2025
Jangka Panjang	Jul – Nop 2026	Analisis dampak ekonomi dan lingkungan Rekomendasi pupuk FABA sbg alternatif pupuk komersial	Laporan analisis dampak Rekomendasi

2025

- ❑ Identifikasi dan karakterisasi bahan baku
 - Sumber bahan baku (PT. Bukit Asam, PT. GHEMMI, PT HBAP dan PT. PLN Nusantara Power Up Bukit Asam)
 - Analisa bahan baku (lab uji ALS)
 - Uji karakteristik fisika-kimia
 - Uji toksisitas (TCLP- *Toxicity Characteristic Leaching Procedure*)
- ❑ Formulasi pupuk berbahan dasar FABA dari sumber berbeda
 - 4 formula produk
 - Analisa produk sesuai ketentuan Kementan / SNI (lab uji BRMP)

SNI 9387:2025 tentang *Fly ash* dan/atau *bottom ash* sebagai pembenah tanah dan bahan baku pupuk untuk pertanian



Jadual Kegiatan

[illegible]

Hasil Identifikasi dan Karakterisasi Bahan Baku

PT. BUKIT ASAM		PT. GHEMMI	
FLY ASH	BOTTOM ASH	FLY ASH	BOTTOM ASH
			
PT. HBAP		PT. PLN UPK BA	
FLY ASH	BOTTOM ASH	FLY ASH	BOTTOM ASH
			

Hasil Uji Karakterisasi Bahan Baku

Parameter	LOR (%)	Samples							
		FABA 1		FABA 2		FABA 3		FABA 4	
		FA 1	BA 1	FA 2	BA 2	FA 3	BA 3	FA 4	BA 4
Silikon dioksida-SiO ₂	%	51.20	61.40	56.57	46.43	41.60		67.15	52.23
Aluminium oksida- Al ₂ O ₃	%	27.80	25.50	27.90	26.91	33.98		7.26	3.22
Ferri oksida – Fe ₂ O ₃	%	5.97	3.50	6.06	11.82	4.11		3.19	2.74
Sodium oksida – Na ₂ O	%	3.10	2.82			2.89		0.37	0.23
Calcium - CaO	%	10.10	1.38	5.74	3.85	3.07	7.27	4.8	3

SiO ₃		Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃	
< 20 %	Rendah	< 15 %	Rendah	< 5 %	Rendah
20 – 30 %	Sedang	15 – 25 %	Sedang	5 – 15 %	Sedang
30 – 50 %	Tinggi	> 25 %	Tinggi	> 15 %	tinggi
> 50 %	Sangat tinggi				

Parameter	LOR (%)	LOR (mg/kg)	Samples							
			FABA 1		FABA 2		FABA 3		FABA 4	
			FA 1	BA 1	FA 2	BA 2	FA 3	BA 3	FA 4	BA 4
Moisture content	0.01		1.45	1.29	14.4	1.04	21.0	0.66	0.10	16.01
Total Nitrogen (N)	0.01		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01		
Sulphur- SO ₃		1.0	4660	407	530	217	302	1950	3200	400
Phosphorus		1.0	2630	854	509	562	1930	5630		
Calcium - CaO		10.0	101000	13800	57400	38500	30700	72700	48000	30000
Magnesium - MgO		10.0	14600	4040	16400	8520	5640	20400	8100	4500
Potassium- K ₂ O		10.0	1110	2820	3080	1730	303	4170	< 1000	< 1000

N		SO ₃ (mg/kg)		P (mg/kg)		CaO (mg/kg)		MgO (mg/kg)		K ₂ O (mg/kg)	
< 0.01 %	Rendah	<1000	Rendah	< 1000	Rendah	< 20000	Rendah	<5000	Rendah	< 2000	Rendah
0.01 – 0.05 %	Sedang	1000-4000	Sedang	1000-5000	Sedang	20000-60000	Sedang	5000-15000	Sedang	2000 - 6000	Sedang
> 0.05 %	Tinggi	>4000	Tinggi	> 5000	Tinggi	>60000	Tinggi	>15000	Tinggi	> 6000	Tinggi
Normal FABA, perlu input N		Cukup berguna di PMK (miskin S)		Potensi sumber P		Sangat baik sbg ameliorant di PMK		Baik utk defisiensi Mg		Perlu input K	

Sampel	Karakteristik	Rekomendasi Formula
FABA 1	ditandai dengan CaO tinggi, SiO ₂ tinggi, MgO rendah–sedang, P sedang, K rendah, dan N sangat rendah sehingga berfungsi terutama sebagai amelioran pengapuran. Sifat ini menjadikannya efektif menaikkan pH tanah PMK dan menambah Ca serta sedikit P, namun tidak cukup sebagai sumber hara makro utama.	Ameliorasi PMK + pupuk N–K tambahan
FABA 2	memiliki CaO tinggi, SiO ₂ tinggi, MgO sedang, dan P lebih rendah dibanding FABA 1 dengan variasi K yang masih dalam kategori rendah–sedang. Karakter ini membuatnya stabil sebagai bahan pembenah tanah dengan kontribusi P dan Mg moderat tetapi tetap memerlukan penambahan N dan K.	Amelioran + tambahan P ringan + N–K
FABA 3	CaO sangat tinggi, P cukup tinggi, MgO sedang menuju tinggi, dan K bervariasi cukup lebar sehingga lebih potensial sebagai sumber Ca–Mg–P dibanding FABA sebelumnya. Namun N tetap sangat rendah sehingga tetap berperan utama sebagai amelioran, bukan pupuk lengkap.	Amelioran unggulan + suplai N–K minimal
FABA 4	CaO tinggi namun MgO relatif paling rendah, dengan kandungan P sedang dan K rendah sehingga sifatnya paling “kapur-dominan” dibanding tiga lainnya. FABA ini bagus sebagai bahan pengapuran tanah PMK tetapi memberikan kontribusi hara (P, Mg, K) lebih kecil sehingga lebih membutuhkan suplementasi mineral tambahan.	Pengapuran tanah PMK + pupuk N–P–K

- FABA 1–4 secara umum merupakan amelioran kaya CaO dan SiO₂ dengan N sangat rendah, namun memiliki variasi kandungan P, K, dan Mg.
- FABA 1 unggul pada P dan Si;
- FABA 2 paling stabil secara komposisi;
- FABA 3 memberi suplai Ca–Mg–P paling tinggi; dan
- FABA 4 adalah sumber CaO paling murni dengan hara lain paling rendah.

Secara keseluruhan, seluruh FABA efektif untuk ameliorasi tanah PMK tetapi tetap memerlukan input N dan K saat diformulasikan sebagai pupuk

Nilai baku karakterisasi beracun melalui TCLP dan total konsentrasi untuk penetapan pengelolaan tanah terkontaminasi limbah B3

Parameter	LOR (mg/kg)	High	Samples							
			FABA 1		FABA 2		FABA 3		FABA 4 (mg/L)	
			FA 1	BA 1	FA 2	BA 2	FA 3	BA 3	FA 4	BA 4
Hexavalent Chromium (Cr)	0.40	2000	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	0.002	0.004
Mercury (Hg)	0.05	300	0.61	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.0017	< 0.0017
Silver (Ag)	1.00	720	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 0.005	< 0.005
Arsenic (As)	1.00	200	21.8	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	0.065	0.070
Barium (Ba)	5.00	25000	154	113	930	698	399	1150	0.576	2.467
Beryllium (Be)	1.00	4000	3.28	< 1.00	1.00	< 1.00	< 1.00	2.19	0.019	0.010
Boron (B)	5.00	40000	562	119	182	85.1	443	2420	20.281	3.943
Cadmium (Cd)	1.00	400	2.19	< 1.00	1.05	1.03	< 1.00	< 1.00	0.014	< 0.008
Copper (Cu)	1.00	3000	24.2	7.56	11.3	16.6	4.10	21.4	0.166	0.018
Lead (Pb)	1.00	6000	13.5	26.8	11.3	6.12	2.45	33.9	< 0.008	0.011
Molybdenum (Mo)	1.00	4000	2.88	< 1.00	1.33	< 1.00	1.11	4.29	0.097	< 0.007
Nickel (Ni)	1.00	12000	25.6	3.40	4.36	3.79	< 1.00	3.33	0.014	0.008
Selenium (Se)	1.00	200	2.86	< 1.00	1.96	< 1.00	< 1.00	3.05	0.036	0.034
Antimony (Sb)	2.00	300	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	0.065	0.016
Zinc (Zn)	5.00	15000	48.2	27.3	26.9	11.7	< 5.00	45.8	0.304	0.262

Hasil Analisis Uji Toksisitas (Uji TCLP)

Hasil Analisa TCLP Leachate (nilai baku karakterisasi beracun melalui TCLP dan total konsentrasi untuk penetapan pengelolaan tanah terkontaminasi limbah B3)

Parameter	LOR (mg/L)	High	Samples							
			FABA 1		FABA 2		FABA 3		FABA 4	
			FA 1	BA 1	FA 2	BA 2	FA 3	BA 3	FA 4	BA 4
Silver (Ag)	0.02	40	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.005	< 0.005
Arsenic (As)	0.02	3	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.49	0.02
Barium (Ba)	0.50	210	< 0.50	0.75	1.91	1.90	1.36	0.77	0.58	2.47
Beryllium (Be)	0.02	4	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	0.01
Boron (B)	0.20	150	15.4	0.97	3.82	0.77	3.45	24.9	20.28	3.94
Cadmium (Cd)	0.02	0.9	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.02	< 0.008
Copper (Cu)	0.02	60	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.17	0.018
Lead (Pb)	0.02	3	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.008	0.011
Molybdenum (Mo)	0.02	21	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.04	0.097	< 0.007
Nickel (Ni)	0.02	21	0.04	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.014	0.008
Selenium (Se)	0.20	3	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.036	0.034
Antimony (Sb)	0.20	6	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.065	0.016
Zinc (Zn)	0.02	300	0.20	0.21	0.21	0.23	0.15	0.18	0.304	0.262
Chloride (Cl-)	1	75000	8	6	6	16	10	12	8.1	5.2
Fluoride (F-)	0.02	450	1.05	0.05	0.58	0.59	0.19	1.37	2.32	0.87
Iodide (I-)	0.5	40	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Total cyanide (CN)	0.005	21	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.006	< 0.005
Nitrate (NO3)	0.005	15000	7.57	0.48	0.08	< 0.01	0.01	1.12	0.116	0.170
Nitrite (NO2)	0.015	900	0.039	0.108	0.159	0.193	0.176	< 0.015	0.043	0.016

Hasil Analisis Uji Toksisitas (Uji TCLP)

Sampel	Karakteristik logam berat	TCLP
FABA 1	- Karakteristik utama: As (21.8 mg/kg), Boron tinggi (562 mg/kg), Hg sedikit tinggi (0.61 mg/kg), serta Cu & Zn sedang. - Secara keseluruhan FABA1 termasuk yang paling tinggi kandungan logamnya, tapi masih jauh di bawah batasan internasional (High) dan tidak berpotensi B3 jika TCLP rendah.	- TCLP aman, semua logam sangat rendah; yang menonjol hanya Boron FA1 (15.4 mg/L). - Masih aman untuk aplikasi tanah dengan dosis wajar, namun perlu dicampur bahan organik untuk menekan kelarutan B.
FABA 2	- Logam berat umumnya rendah, dengan Ba relatif tinggi (930 mg/kg pada FA2) dan Boron sedang (182 mg/kg). - Sampel FABA ini dengan profil paling aman untuk penggunaan tanah, karena tidak ada elemen toksik yang menonjol dan As sangat rendah.	- Semua parameter termasuk Boron relatif rendah (3–4 mg/L) dan Ba sekitar 1.9 mg/L. FABA dengan kualitas TCLP terbaik, paling aman untuk keperluan amelioran.
FABA 3	- Menonjol pada Boron sangat tinggi pada BA3 (2420 mg/kg) serta Ba tinggi (1150 mg/kg). - Perlu penyesuaian dosis aplikasi karena Boron dapat menjadi toksik bagi tanaman pada dosis berlebihan.	- BA3 memiliki Boron tertinggi (24.9 mg/L), tetapi logam lainnya hampir nol. - Masih aman dari sisi regulasi, namun Boron BA3 berpotensi toksik untuk tanaman sensitif jika dosis aplikasi tinggi.
FABA 4	- Semua logam berat dalam bentuk lindi berada pada level sangat rendah, menunjukkan mobilitas logam yang kecil. - Boron relatif muncul terkecil (3.9 mg/L) namun tetap perlu perhatian jika tanah miskin bahan organik.	- Semua logam berat hampir tidak terdeteksi, kecuali Arsen pada FA4 (0.49 mg/L) dan Boron (20.28 mg/L). - Secara keseluruhan aman, namun kategori risiko Boron tinggi seperti FABA1 & 3.

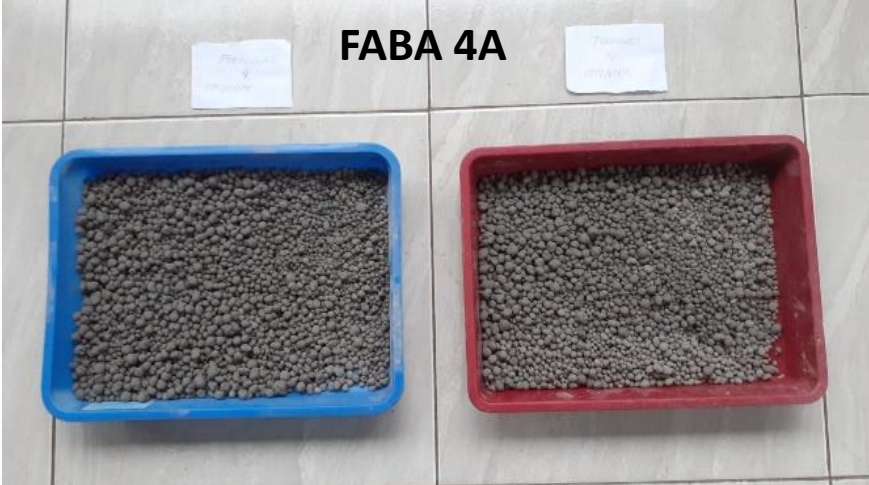
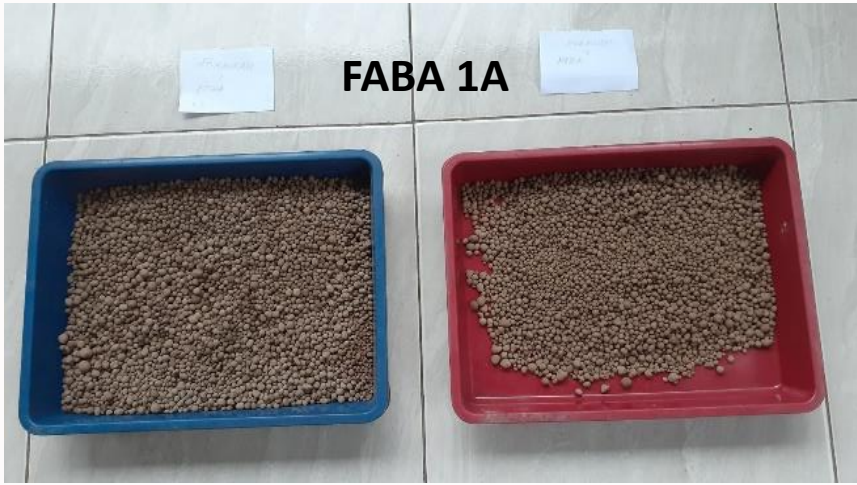
Logam berat :

- FABA 1 memiliki kandungan logam berat paling tinggi (terutama As, B, Hg), sedangkan
- FABA 2 adalah yang paling rendah dan paling aman digunakan.
- FABA 3 memiliki boron sangat tinggi pada BA3 sehingga perlu pengaturan dosis,
- FABA 4 menunjukkan hasil TCLP yang sangat rendah sehingga aman dari sisi mobilitas logam.

Seluruh sampel FABA aman secara TCLP (tidak tergolong B3) karena semua logam berat berada di bawah batas, namun kandungan Boron larut yang cukup tinggi pada FABA1, FABA3, dan FABA4 perlu dikelola. FABA2 merupakan sampel dengan profil kelarutan terbaik dan paling direkomendasikan untuk aplikasi tanah.

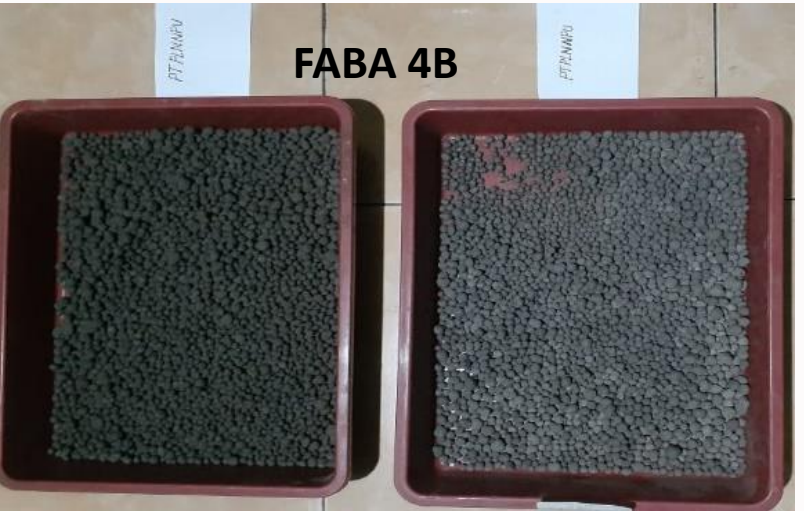
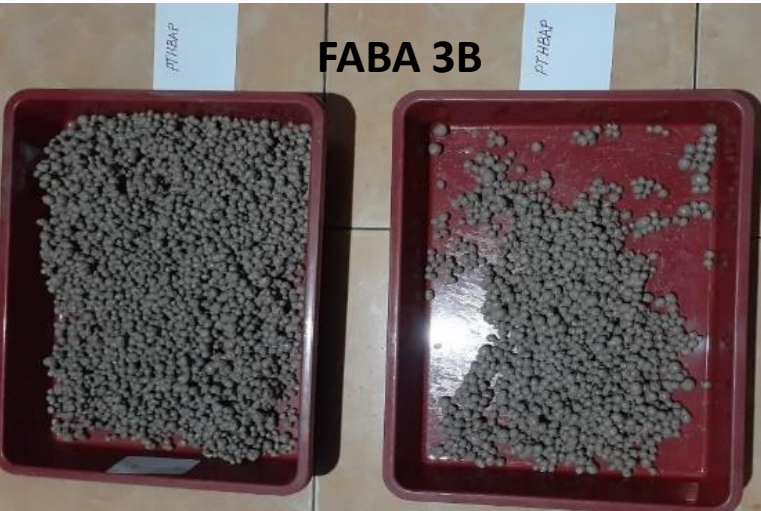
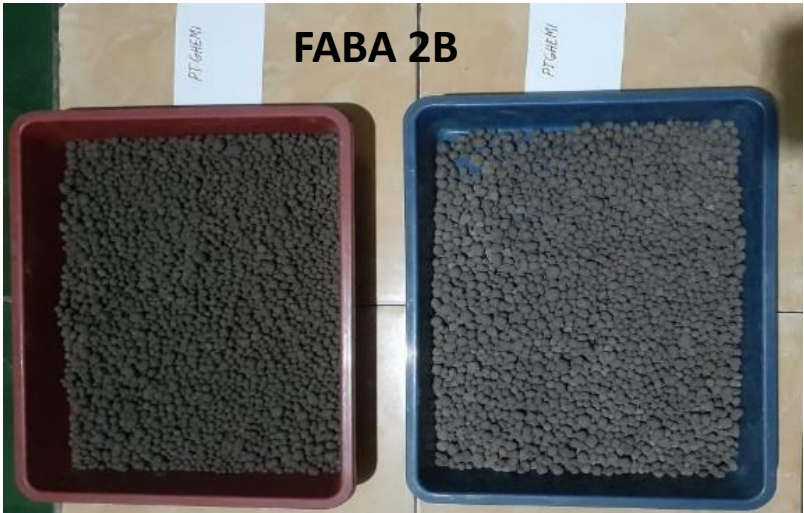
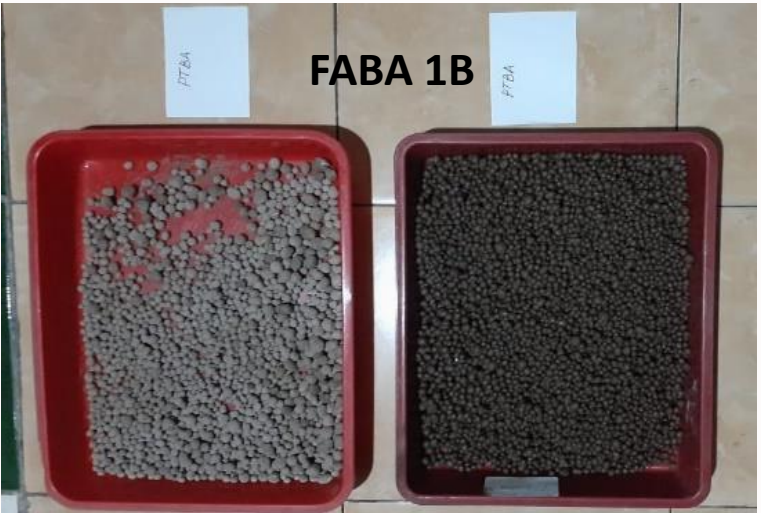
Hasil Formulasi Pupuk Berbahan Baku FABAB

NO	ASAL FAB A	FLY ASH/ FA (Gram)	BOTTOM ASH/ BA (Gram)	DOLOMIT (Gram)	BENTONIT (Gram)	KETERANGAN
		40 %	40 %	10 %	10 %	
1	PT. BA	800	800	200	200	FABA 1A
2	PT. GHEMMI	800	800	200	200	FABA 2A
3	PT. HBAP	800	800	200	200	FABA 3A
4	PT. PLN NPU BA	800	800	200	200	FABA 4A



FORMULA PRODUK - B

NO	ASAL FABA	FLY ASH/ FA (Gram)	BOTTOM ASH/ BA (Gram)	UREA (Gram)	SP-36 (Gram)	KCl (Gram)	DOLOMIT (Gram)	BENTONIT (Gram)	KETERANGAN
1	PT BA	450	450	217,4	283,04	161,9	130	307,68	FABA 1B
2	PT GHEMMI	450	450	217,4	283,04	161,9	130	307,68	FABA 2B
3	PT HBAP	450	450	217,4	283,04	161,9	130	307,68	FABA 3B
4	PT PLN UPK	450	450	217,4	283,04	161,9	130	307,68	FABA 4B



Tabel 1 – Spesifikasi syarat mutu *Fly ash* dan *bottom ash* pembenah tanah

No	Uraian	Satuan	Persyaratan			
			<i>Fly ash</i>		<i>Bottom ash</i>	
			<i>Grade A</i>	<i>Grade B</i>	<i>Grade A</i>	<i>Grade B</i>
1.	Kadar silika total sebagai SiO ₂	%	≥ 20	15 – < 20	≥ 20	15 – < 20
2.	Kadar silika tersedia	%	≥ 3	1 – < 3	≥ 3	1 – < 3
3.	Kadar CaO + MgO total	%	≥ 6	1 – < 6	≥ 6	1 – < 6
4.	pH		6 s.d. 12	6 s.d. 12	6 s.d. 12	6 s.d. 12
5.	Kadar air (b/b)	%	Maks.5	Maks.5	Maks.5	Maks.5
6.	Kadar Fe total sebagai Fe ₂ O ₃	%	Maks.20	Maks.20	Maks. 20	Maks.20
7.	Fe tersedia	mg/kg	Maks.1.000	Maks.1.000	Maks.1.000	Maks.1.000
8.	Kadar Al total sebagai Al ₂ O ₃					
	Lahan sulfat masam	%	Maks.20	Maks.20	Maks.20	Maks.20

No	Uraian	Satuan	Persyaratan			
			<i>Fly ash</i>		<i>Bottom ash</i>	
			<i>Grade A</i>	<i>Grade B</i>	<i>Grade A</i>	<i>Grade B</i>
	Lahan non sulfat masam	%	Maks.30	Maks.30	Maks.30	Maks.30
9.	Kandungan logam berat:					
	– Pb	mg/kg	Maks. 500	Maks. 500	Maks. 500	Maks. 500
	– Cd	mg/kg	Maks. 100	Maks. 100	Maks. 100	Maks. 100
	– Hg	mg/kg	Maks.1	Maks.1	Maks.1	Maks.1
	– As	mg/kg	Maks. 25	Maks. 25	Maks. 25	Maks. 25
	– Cr	mg/kg	Maks.180	Maks.180	Maks.180	Maks.180
	– Ni	mg/kg	Maks. 100	Maks. 100	Maks. 100	Maks. 100
10.	Kehalusan*					
	– 80 mesh	%	-	-	Min. 50	Min. 30
	– 25 mesh	%	-	-	Min. 80	Min. 80

Keterangan:
Semua persyaratan, kecuali kadar air dan kehalusan dihitung atas dasar bahan kering (adbk).
**Bottom Ash* dapat diproses melalui *grinding* untuk mendapatkan ukuran partikel sesuai persyaratan

Tabel 2 – Spesifikasi syarat mutu *Fly ash* dan *bottom ash* sebagai bahan baku pupuk berbasis silika

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			<i>Fly Ash</i>	<i>Bottom Ash</i>
1.	Kadar silika total sebagai SiO ₂	%	≥ 25	≥ 25
2.	Kadar air (b/b)	%	Maks.3	Maks.3
3.	Kandungan logam berat:			
	= Pb	mg/kg	Maks. 500	Maks. 500
	– Cd	mg/kg	Maks. 100	Maks. 100
	– Hg	mg/kg	Maks.1	Maks.1
	– As	mg/kg	Maks. 100	Maks. 100
	– Cr	mg/kg	Maks. 3.000	Maks. 3.000
	– Ni	mg/kg	Maks. 400	Maks. 400

Keterangan:
Semua persyaratan, kecuali kadar air dan kehalusan dihitung atas dasar bahan kering (adbk).

ANALISIS FORMULA PRODUK

Parameter	Standar mutu				
		FABA 1	FABA 2	FABA 3	FABA 4
Kadar Silika total (SiO ₂)	15-20 %				
Kadar silika tersedia	1 - 3 %				
Kadar CaO+MgO total	1 – 6 %				
pH	6 - 12				
Kadar air (b/b)	Maks 5 %				
Kadar Fe total (Fe ₂ O ₃)	Maks 20 %	masih menunggu hasil lab uji			
Fe tersedia	Maks 1000 mg/kg				
Kadar Al total (Al ₂ O ₃)	Maks 20 % (lahan sulfat masam) Maks 30 % (lahan non sulfat msm)				
Logam berat : Hg	Maks 1 mg/kg				
Logam berat : Pb	Maks 500 mg/kg				
Logam berat : Cd	Maks 100 mg/kg				
Logam berat : As	Maks 25 mg/kg				
Logam berat : Cr	Maks 180 mg/kg				
Logam berat : Ni	Maks 100 mg/kg				
Kehalusan	Min 50 % (utk 80 mesh – BA)				

- FABA berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi pupuk atau bahan pembenah tanah
- Kegiatan menghasilkan 2 formula dalam bentuk granul yaitu :
 - ❖ FORMULA - A (FABA), dengan 4 macam produk:
FABA 1 ; FABA 2 ; FABA 3 ; FABA 4
 - ❖ FORMULA - B (FABA + NPK), dengan 4 macam produk:
FABA 1 ; FABA 2 ; FABA 3 ; FABA 4
(awal pengembangan formula)
- Hasil analisa produk formula belum bisa diperoleh, masih dalam tahap uji mutu yang disesuaikan dengan ketentuan dalam SNI 9387:2025 (sebagai pembenah tanah dan bahan baku pupuk silika)

Kendala dan Rencana Tindak

KENDALA

1. Kurangnya koordinasi di awal dalam penyusunan anggaran
2. Terlambatnya pengiriman sampel
3. Terlambatnya kepengurusan administrasi dalam Analisa sampel

RENCANA TINDAK

1. Analisis hasil formulasi produk
2. Akan dilakukan pemilihan teknologi proses yang tepat untuk menghasilkan bahan baku pupuk maupun pembenah tanah
3. Koordinasi terkait perencanaan dan penyusunan anggaran kegiatan 2026
4. Koordinasi terkait dengan Dinas Pertanian setempat untuk uji efektivitas
5. Analisis ketersediaan FABA sebagai bahan baku untuk mengamankan rantai pasok produksi

TIM FABABRIN

Tim FABABA

PR Teknologi Proses - OREM





BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

**THANK
YOU**

