

# NPK 15-10-12 dengan Pengisi Abu Terbang: Pengembangan Pupuk dan Pengujian pada Tomat

## (NPK 15-10-12 Filler Fly Ash: Fertilizer Development and Testing on Tomatoes)

Pebrianto Harnawan\*, Tumio Marisi Dame, Suryandi Perdana

(Diterima September 2022/Disetujui Januari 2022)

### ABSTRAK

PT Pusri Palembang (PSP) menghasilkan 1.222 ton abu terbang per bulan dari pengoperasian boiler batu bara kapasitas 1x23 MW. Abu terbang mempunyai sifat fisik dan kandungan mineral yang potensial untuk dimanfaatkan di sektor pertanian. Adanya Peraturan Pemerintah No.22 tahun 2021 yang menggolongkan abu terbang sebagai limbah non B3, membuka peluang untuk memanfaatkan abu terbang dalam produk pupuk. Dalam kegiatan ini telah dilakukan pengembangan pupuk NPK 15-10-12 dengan abu terbang sebagai pengisi dan pengujian pupuk tersebut pada tanaman tomat. Penggunaan abu terbang sebagai pengisi dalam proses granulasi tidak berpengaruh pada *crushing strength* dan pada kandungan hara N, P, dan K. Pengaruh penggunaan abu terbang pada proses granulasi adalah dalam pemakaian air dan pengeringan granul. Semakin besar rasio abu terbang, membutuhkan semakin banyak air dalam proses granulasi dan menyebabkan peningkatan kadar air dalam produk akhir. Dari hasil uji coba pemupukan pada tanaman tomat, untuk parameter tinggi tanaman, diameter tanaman, dan bobot buah, penggunaan NPK dengan pengisi abu terbang tidak memberikan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan penggunaan NPK tanpa abu terbang. Penggunaan abu terbang sebagai pengisi juga tidak memberikan pengaruh pada kandungan logam berat pada buah tomat yang dihasilkan. Kenaikan pH tanah teramati pada pemupukan dengan NPK 15-10-12 yang menggunakan pengisi abu terbang.

Kata kunci: abu terbang, granulasi, pupuk NPK, tomat

### ABSTRACT

PT Pupuk Sriwidjaja Palembang (PSP) produces 1,222 tons fly ash per month from the operation of a coal boiler with a capacity of 1x23 MW. Fly ash has potential physical properties and mineral content. The Government Regulation No.22 of 2021, which classifies fly ash as a non-B3 waste, open up opportunities to utilize fly ash in a fertilizer product. In this project, the development of NPK 15-10-12 fertilizer with fly ash as a filler and fertilizer testing on tomato plants has been conducted. The use of fly ash as a filler in the granulation process has no effect on crushing strength and nutrient content of N, P, and K. The effects of using fly ash in the granulation process are in the consumption of water and in the granule drying process. The greater the ratio of fly ash the more water needed in the granulation process and eventually causes an increase in the moisture content in the final product. From the results of fertilizer test on tomato plants on the parameters of plant height, plant diameter, and fruit weight, the use of NPK with fly ash-filler did not give a significant difference compared to the use of NPK without fly ash. The use of fly ash as a filler also does not give any influence on the content of heavy metals in the fruit of tomato. Increase in pH of soil are observed in fertilization to NPK 15-10-12 using fly ash fillers.

Keywords: fly ash, granulation, NPK Fertilizer, tomatoes

### PENDAHULUAN

PT Pusri Palembang (PSP) mengoperasikan boiler batu bara dengan kapasitas 2 x 240 ton/jam untuk menjalankan PLTU dengan kapasitas 1 x 23 MW. Fly ash yang dihasilkan dari pengoperasian unit tersebut adalah 1.222 ton/bulan. Penanganan fly ash pada saat ini adalah dengan penyimpanan sementara pada silo, untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada produksi semen oleh PT Semen Baturaja. Dalam pemanfaatan tersebut PSP menangan-

gung biaya angkut yang cukup besar, yaitu sekitar 250 ribu/ton di mana jumlah rata-rata perbulan dapat mencapai 500 juta Rupiah. Untuk mengurangi biaya penanganan limbah fly ash-bottom ash (FABA), dilakukan riset pemanfaatan FABA sebagai produk. Walaupun menurut PP no 101 tahun 2014 FABA merupakan limbah B3, sebenarnya kandungan dan sifat material FABA masih mempunyai potensi sehingga dapat dilakukan pemanfaatan sepanjang mengikuti dan memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan. Selanjutnya pada tahun 2021 terdapat regulasi (Peraturan Pemerintah) yang baru yang memasukkan FABA sebagai limbah non B3. Hal tersebut membuka kesempatan yang lebih besar untuk memanfaatkan FABA di bidang pertanian. Basu et al.

PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, Jl. Mayor Zen, Palembang 30118

\* Penulis Korespondensi: Email: p.harnawan@pusri.co.id

(2009) dalam ulasannya menjelaskan beberapa pemanfaatan abu terbang pada bidang pertanian, antara lain: 1) sebagai pembenah tanah; 2) sebagai sumber nutrisi tanaman; 3) sebagai campuran dalam pengomposan; 4) sebagai pemacu pertumbuhan dan produktivitas tanaman, dan bahkan 5) sebagai pestisida (Basu *et al.* 2009). Beberapa publikasi tentang pengujian fly ash pada komoditas sawit (Rahmawati *et al.* 2020), padi (Nelvia 2018), akasia (Subiksa & Suastika 2021), dan Jagung *et al.* 2021; Saiddy 2020) menunjukkan adanya pengaruh positif fly ash pada pertumbuhan tanaman hingga pada dosis optimumnya. Akan tetapi, penggunaan fly ash pada dosis yang lebih tinggi mulai menunjukkan hambatan pada pertumbuhan tanaman.

Fly ash merupakan residu pembakaran batu bara bituminus atau sub-bituminus pada boiler batu bara. Fly ash merupakan mineral-mineral penyusun batu bara yang tidak terbakar sempurna. Sifat fisik fly-ash sangat bervariasi bergantung pada jenis batu bara, jenis boiler, kandungan ash dalam batu bara, teknologi pembakaran dan metode penangkapan fly ash (Ahmaruzzaman 2010). Secara umum, fly ash mempunyai tekstur lempung berdebu (silt loam) di mana 65–90% partikel fly ash mempunyai ukuran kurang dari 0,01 mm. Fly ash mempunyai masa jenis rendah (1,01–1,43 g/cm<sup>3</sup>) dan mempunyai bobot jenis (1,6–3,1) (Mattigod *et al.* 1990; Roy *et al.* 1981). *Moisture retention* fly ash ialah antara 6,1% pada 15 bar sampai 13,4% pada 1/3 bar (Kishor *et al.* 2010).

Komposisi utama fly ash secara kimia adalah Si, Al, dan Fe ditambah komposisi minor, seperti Ca, K, Na, Ti, dan S. Fly ash mengandung hara makro esensial seperti P, K, Ca, Mg, dan S dan hara mikro seperti Fe, Mn, Zn, Cu, Co, B, dan Mo (Bhatt *et al.* 2019). Jika dilihat dari komposisi kimia fly ash di mana sebagian besar adalah silika dan alumina, fly ash sangat mirip dengan mineral liat. Dalam produksi pupuk NPK dengan teknologi *steam fusion granulation*, clay berfungsi sebagai bahan pengisi dan perekat (Doshi 1991). Jika fly ash dapat digunakan sebagai substitusi sebagian clay maka fly ash dapat diserap dan dimanfaatkan dalam produksi pupuk NPK. Bahkan fly ash dapat memberi tambahan manfaat karena fly ash

masih mengandung hara mikro dan hara makro yang dapat diserap tanaman, seperti P, K, Ca, Mg, Fe, dan Mn. Hal tersebut sejalan dengan beberapa laporan pemanfaatan fly ash di bidang pertanian (Basu *et al.* 2009; Yunusa *et al.* 2012).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan uji coba penggunaan fly ash sebagai filler dalam produk pupuk NPK serta pengujian pupuk NPK dengan filler fly ash pada tanaman. Tujuannya adalah untuk mengkaji bagaimana pengaruh penggunaan fly ash sebagai filler dalam proses granulasi pupuk NPK dan untuk mengkaji bagaimana pengaruh pupuk NPK dengan filler fly ash pada pertumbuhan tanaman. Pengujian logam berat pada tanah dan buah hasil panen juga dilakukan guna melihat apakah ada perubahan yang disebabkan oleh penggunaan fly ash dalam pupuk NPK.

## METODE PENELITIAN

### Granulasi NPK dengan filler fly ash

Granulasi pupuk NPK dilakukan di Lab Riset, Departemen Riset PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, menggunakan alat pan granulator. Formula NPK yang digunakan adalah NPK 15-10-12. Fly ash diformulasikan sebagai filler dengan rasio fly ash dibanding clay adalah mulai dari 1:7 s.d 2,3:1 (Tabel 1).

Masing-masing bahan baku ditimbang sesuai rasio hingga mendapat total bobot 4 kg. Granulasi dilakukan pada 4 kg bahan baku tersebut dalam pan granulator, kemudian dilakukan pengeringan dalam oven selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan pengayakan granul yang sudah kering dengan ukuran ayakan 10 mesh.

Masing-masing sampel diuji di laboratorium PT Pusri Palembang untuk mengetahui kandungan N, P, K, kadar air, dan distribusi ukuran serta tingkat kekerasan butiran. Pengujian kadar N, P, K, dan kadar air pada sampel dilakukan dengan menggunakan metode uji Kjeldahl untuk N, spektrofotometri untuk P, dan spektroskopi serapan atom untuk K serta karl fischer titration untuk kadar air sesuai dengan SNI 2803:2012 tentang Pupuk NPK Padat.

Tabel 1 Komposisi dan rasio bahan baku NPK 15-10-12 Filler Fly Ash

Perbandingan bahan baku	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Fly Ash	1	1	1	1	2,3
Clay+Dolomite	7	5	3	1	1
Bahan Baku	Rasio				
Urea	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249
DAP 61	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222
KCl	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Fly Ash	0,041	0,055	0,082	0,164	0,229
Dolomite	0,123	0,109	0,082	0,000	0,000
Clay	0,165	0,165	0,165	0,165	0,100
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Keterangan: Sampel 1 = FA:Filler (1:7); Sampel 2 = FA:Filler (1:5); Sampel 3 = FA:Filler (1:3); Sampel 4 = FA:Filler (1:1); dan Sampel 5 = FA:Filler (2,3:1).

### Uji Coba NPK Filler Fly Ash pada Tanaman Tomat

Sampel pupuk yang telah dibuat dilakukan uji aplikasi pada tanaman tomat di kebun percobaan PT Pusri Palembang. Pengujian dilakukan menggunakan *planter bag*, menggunakan media tanam campuran tanah, pasir, dan kohe dengan perbandingan 3:2:1. Pengujian terdiri atas 7 perlakuan dengan 5 tanaman untuk masing-masing perlakuan sehingga terdapat total 35 tanaman. Perlakuan meliputi kontrol negatif (tanpa pupuk NPK), kontrol positif (dengan NPK biasa), dan perlakuan masing-masing untuk 5 sampel pupuk (Tabel 2). Plot *planter bag* ditempatkan secara acak.

Tanaman tomat yang dipakai adalah jenis hibrida varietas Tiffany. Budi daya tomat dimulai dari penye-

maian, persiapan media tanam, pemupukan dasar, pindah tanam, serta 3 tahap aplikasi pemupukan sesuai dengan perlakuan (Tabel 2). Pengamatan dilakukan pada parameter vegetatif, yaitu tinggi tanaman dan diameter batang, serta parameter generatif, yaitu jumlah dan bobot buah. Pengamatan vegetatif dilakukan setiap 7 hari, sedangkan pengamatan generatif dilakukan pada buah merah yang siap panen. Untuk melakukan pengamatan digunakan alat ukur seperti pita meter, mistar, kaliper/jangka sorong, dan timbangan. Data yang diperoleh dicatat dan diolah secara statistik untuk mengetahui korelasi atau pengaruh antara perlakuan dan kontrol.

Tabel 2 Perlakuan dan pemupukan NPK Filler Fly Ash pada tanaman tomat

Perlakuan	HST-7		HST-3		HST+14		HST+28		HST+35	
	Pupuk	Dosis (g/tan)	Pupuk	Dosis (g/tan)	Pupuk	Dosis (g/tan)	Pupuk	Dosis (g/tan)	Pupuk	Dosis (g/tan)
Kontrol(-)	Dolomit	7.85	Kompos Urea	31.4 1.3	Urea	0.65	Urea	0.65	-	-
Kontrol(+)	Dolomit	7.85	Kompos Urea NPK	31.4 1.3 4	Urea NPK	0.65 4	Urea NPK	0.65 4	NPK	4
FA:Filler (2.3:1)	Dolomit	7.85	Kompos Urea Sampel 5	31.4 1.3 4	Urea Sampel 5	0.65 4	Urea Sampel 5	0.65 4	Sampel 5	4
FA:Filler (1:1)	Dolomit	7.85	Kompos Urea Sampel 4	31.4 1.3 4	Urea Sampel 4	0.65 4	Urea Sampel 4	0.65 4	Sampel 4	4
FA:Filler (1:3)	Dolomit	7.85	Kompos Urea Sampel 3	31.4 1.3 4	Urea Sampel 3	0.65 4	Urea Sampel 3	0.65 4	Sampel 3	4
FA:Filler (1:5)	Dolomit	7.85	Kompos Urea Sampel 2	31.4 1.3 4	Urea Sampel 2	0.65 4	Urea Sampel 2	0.65 4	Sampel 2	4
FA:Filler (1:7)	Dolomit	7.85	Kompos Urea Sampel 1	31.4 1.3 4	Urea Sampel 1	0.65 4	Urea Sampel 1	0.65 4	Sampel 1	4

Keterangan: HST = Hari setelah tanam dan g/tan = gram/tanaman.

### Pengujian Sampel Tanah dan Buah

Pengujian sampel tanah dan buah dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI). Pengujian bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh penggunaan fly ash sebagai filler.

Pada sampel tanah dilakukan pengujian dengan parameter pH-H<sub>2</sub>O, tekstur 3 fraksi (pasir, debu, dan liat), masa jenis, N total, P-Bray, KTK, K ekstrak HCl 25%, Pb, Cd, Fe, Al, total fungi, dan total bakteri. Pengujian parameter-parameter tersebut mengikuti Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk-Balai Penelitian Tanah. Pada sampel buah tomat dilakukan pengujian dengan parameter kandungan logam berat, yaitu: Pb, Hg, Cd, As, Cr, dan Ni. Pengujian logam berat tersebut dilakukan menggunakan metode spektroskopi serapan atom. Sebelum dilakukan pengujian, sampel jaringan buah tomat dikeringkan dan diekstrak dengan metode pengabuan basah menggunakan asam nitrat dan asam perklorat pekat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Granulasi NPK dengan filler fly ash

Granulasi merupakan teknik membuat butiran/granul dari material padatan berbentuk serbuk. Dalam prosesnya, padatan serbuk mengalami aglomerasi sehingga membentuk butiran yang lebih besar. Pembuatan granul pupuk NPK dilakukan secara fisik dengan penambahan air sebagai bahan pembantu granulasi (Walker *et al.* 2001).

Dalam proses granulasi untuk membuat sampel 1 s/d sampel 5 dengan variasi jumlah fly ash sebagai filler tidak ditemukan adanya hambatan. Granul dapat terbentuk untuk semua perlakuan sampel. Secara visual, sampel dengan fly ash lebih banyak mempunyai warna yang lebih gelap.

Pada pengamatan yang dilakukan pada saat proses granulasi, ditemukan bahwa pada sampel dengan fly ash yang lebih tinggi membutuhkan air yang lebih banyak agar granul dapat terbentuk. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan sifat fisik fly ash yang berpori sehingga menyerap air lebih banyak (Roy *et al.* 1981).

Tabel 3 Hasil uji laboratorium sampel NPK Filler Fly Ash

Parameter	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Total N (%)	14,24	15,01	14,20	15,71	14,26
P as P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	10,81	9,97	10,21	11,37	9,25
K as K <sub>2</sub> O (%)	15,87	14,79	13,71	12,54	15,14
Moisture (%)	0,92	1,08	1,01	1,20	2,24
Size					
+ 4 mesh (%)	22,62	18,25	13,81	13,89	17,25
+ 10 Mesh (%)	76,68	80,86	86,19	85,61	82,55
Crushing Strength (N)	18,08	18,62	18,50	19,01	17,25

Keterangan: Sampel 1 = FA:Filler (1:7); Sampel 2 = FA:Filler (1:5); Sampel 3 = FA:Filler (1:3); Sampel 4 = FA:Filler (1:1); dan Sampel 5 = FA:Filler (2,3:1).

Kebutuhan air yang lebih banyak pada saat granulasi berpengaruh pada kadar air produk akhir granulasi setelah dilakukan pengeringan. Sampel dengan kandungan fly ash lebih banyak mempunyai kadar air yang lebih tinggi. Kadar air untuk sampel dengan rasio fly ash: filler 1:7, 1:5, 1:3, 1:1, dan 2.3:1 berturut-turut adalah 0,92, 1,08, 1,01, 1,20, dan 2,24 (Tabel 3). Walaupun penggunaan fly ash meningkatkan kadar air pada sampel, nilai kadar air tersebut masih di bawah standar maksimal produk NPK, yaitu 3%.

Dari hasil pengujian kadar N, P, dan K pada Tabel 3, semua sampel yang dibuat telah memenuhi batas toleransi yang dipersyaratkan pada SNI produk NPK padat, yaitu 8% dari formula.

Selanjutnya dari hasil uji parameter fisik yang meliputi ukuran butir dan kekerasan butir yang disajikan pada Tabel 3, tidak terlihat pengaruh yang nyata penggunaan fly ash sebagai filler. Rasio filler fly ash sebanyak 8,2% pada sampel 3 memberikan distribusi ukuran butir yang paling baik, yaitu 86,19%, selanjutnya distribusi ukuran butir cenderung menurun dengan bertambahnya rasio filler fly ash pada sampel 4, yaitu 85,61% (16,4% fly ash) dan sampel 5, yaitu 82,55% (22,9% fly ash). Namun demikian, kelima sampel NPK dengan berbagai rasio fly ash mempunyai distribusi ukuran butir 4–10 mesh lebih dari 70% sehingga telah memenuhi standar minimal pada operasional pabrik NPK. Dari hasil kekerasan butir, kelima sampel NPK dengan filler fly ash mempunyai nilai kekerasan 17,25 hingga 19,01 N, jauh di atas nilai standar operasional pabrik, yaitu 10 N. Hasil uji kekerasan butir tersebut mendukung hasil uji distribusi ukuran butir karena dalam prosesnya butiran granul yang keras akan memberikan distribusi ukuran yang baik dan sebaliknya jika butiran kurang keras akan mudah pecah sehingga memberikan distribusi ukuran yang kurang baik.

### Uji Coba NPK Filler Fly Ash pada Tanaman Tomat

Pengujian pada tanaman tomat dimulai dari penyemaian benih pada tanggal 24 Februari 2021, pindah tanam pada tanggal 26 Maret 2021, pengamatan fase vegetatif pada tanggal 1 April hingga 25 Mei 2021 serta pengamatan fase generatif pada saat panen pada tanggal 25 Mei–18 Juni 2021.

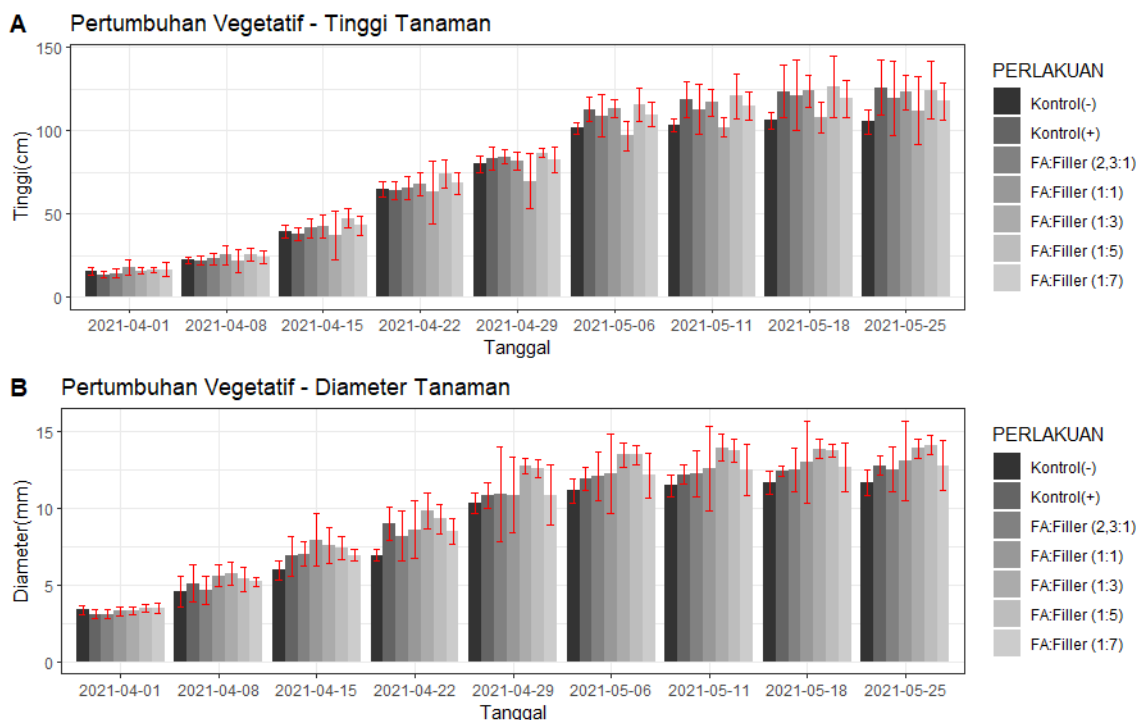
Berdasarkan pengamatan pada fase vegetatif, diketahui bahwa semua tanaman pada setiap perlakuan mengalami pertumbuhan yang positif. Peningkatan nilai pada setiap variabel menunjukkan bahwa tanaman sehat dan nutrisi tanaman terpenuhi. Penambahan tinggi dan diameter tanaman meningkat dengan cepat hingga minggu ke-5 setelah pindah tanam. Selanjutnya, peningkatan pertumbuhan menurun karena tanaman mulai memasuki fase generatif, di mana fokus pertumbuhan dialihkan ke proses pembentukan bunga. Grafik pertumbuhan tanaman dapat dilihat pada Gambar 1 di mana grafik A menunjukkan tinggi dan grafik B menunjukkan diameter batang tanaman tomat.

Dari grafik pertumbuhan tinggi tanaman, terdapat kenaikan rata-rata tinggi tanaman pada kontrol positif dan perlakuan NPK filler fly ash jika dibandingkan dengan kontrol negatif. Akan tetapi kenaikan tinggi tanaman tidak terjadi secara merata pada setiap tanaman sehingga terdapat deviasi rata-rata yang cukup lebar. Seperti yang teramati pada perlakuan FA:Filler (1:3) pada grafik pertumbuhan tinggi tanaman, terdapat deviasi yang lebar pada masa vegetatif dari 8–29 April 2021 karena pada perlakuan tersebut terdapat satu tanaman yang pertumbuhannya lambat yang kemungkinan besar karena faktor bibit tanaman. Akan tetapi secara keseluruhan, melalui pengujian statistik dengan analysis of variance (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada tinggi tanaman pada tiap perlakuan.

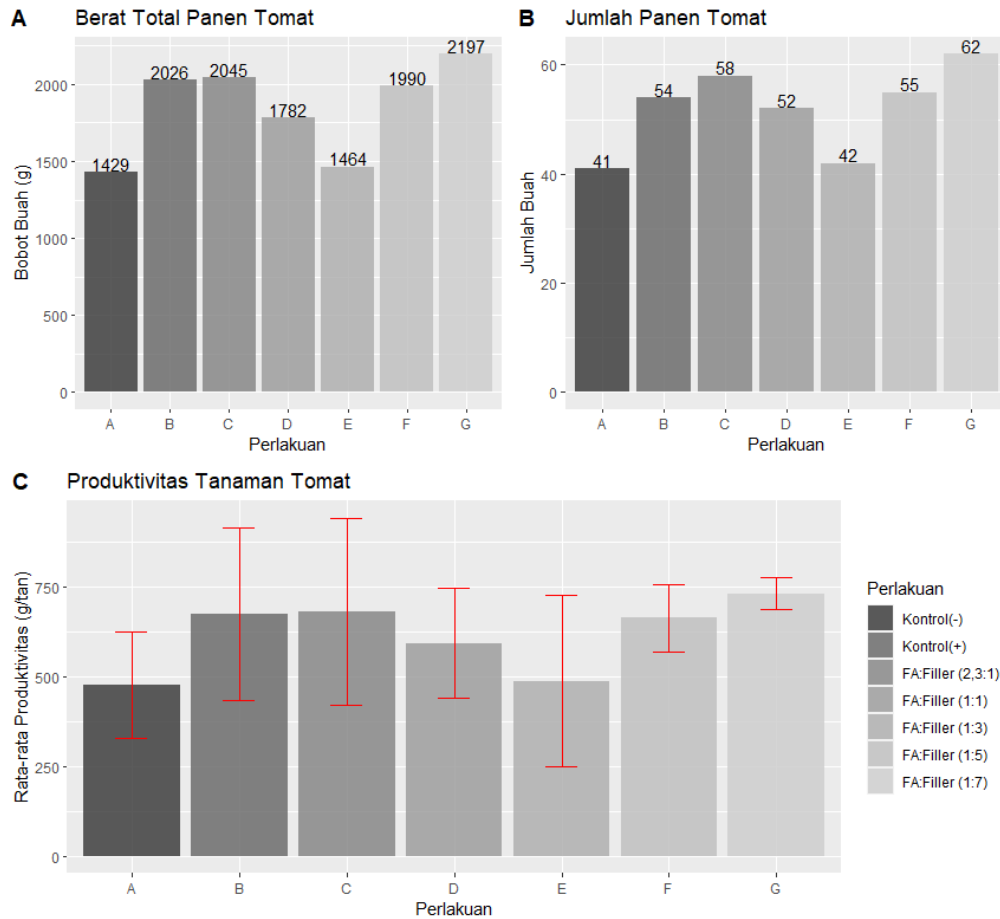
Selanjutnya dari grafik pertumbuhan diameter batang tanaman tomat, secara umum mirip dengan pertumbuhan tinggi tanaman. Terdapat kenaikan rata-rata diameter batang pada kontrol positif dan perlakuan

sampel NPK filler fly ash jika dibandingkan dengan kontrol negatif. Deviasi data diameter juga cukup lebar yang menunjukkan bahwa kenaikan diameter batang terjadi tidak merata di setiap ulangan. Akan tetapi terdapat perbedaan yang signifikan diameter batang pada data pengamatan tanggal 22 April 2021. Hasil Duncan Multiple Range Test (DMRT) menunjukkan perbedaan signifikan antara kontrol positif, Perlakuan FA:Filler (1:3), dan Perlakuan FA:Filler (1:5) dibandingkan dengan kontrol negatif. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk NPK dengan filler fly ash pada perbandingan 1:3 dan 1:5 dapat mempercepat pertumbuhan diameter tanaman. Selanjutnya dari hasil DMRT juga diketahui bahwa diameter tanaman tidak berbeda secara signifikan pada kontrol positif dan kelima perlakuan sampel. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan fly ash sebagai filler pupuk NPK tidak berpengaruh pada pertumbuhan tanaman tomat.

Hasil panen dan produktivitas tanaman tomat pada setiap perlakuan ditunjukkan pada Gambar 2. Produktivitas panen tertinggi dihasilkan pada perlakuan NPK filler fly ash (1:7), yaitu rata-rata sebesar 732,3 g/tanaman. Dapat dilihat adanya peningkatan total bobot panen buah tomat dan jumlah panen buah tomat dengan penggunaan NPK jika dibandingkan dengan kontrol negatif tanpa penggunaan NPK. Perlakuan NPK filler fly ash dengan rasio 1:7 dan 2.3:1 menunjukkan adanya peningkatan bobot total panen masing-masing sebesar 2.197 g dan 2.026 g, sementara perlakuan NPK filler fly ash dengan rasio 1:5, 1:3, dan 1:1 tidak memberikan peningkatan bobot total panen dibandingkan dengan kontrol positif atau NPK biasa.



Gambar 3 Grafik pertumbuhan tanaman tomat.



Gambar 4 Grafik hasil panen dan produktivitas tanaman tomat.

Grafik C pada Gambar 2 menunjukkan produktivitas tanaman tomat. Secara umum penggunaan NPK baik dengan filler fly ash maupun tanpa fly ash dapat meningkatkan produktivitas panen tomat. Produktivitas tertinggi diperoleh dengan penggunaan NPK filler fly ash rasio 1:7. Akan tetapi, dari hasil ANOVA tidak diperoleh perbedaan yang signifikan antarperlakuan.

**Pengujian Sampel Tanah dan Buah**

Pengujian kandungan logam berat pada sampel buah tomat dilakukan untuk melihat apakah ada pengaruh penggunaan pupuk NPK dengan filler fly ash. Dari hasil pengujian (Tabel 4) tidak terdapat kandungan logam berat Pb, Hg, dan Cd pada semua sampel dari semua perlakuan. Terdapat kandungan arsen pada sampel buah tomat dari semua perlakuan kecuali perlakuan FA:Filler (1:5). Walaupun sampel buah tomat mengandung logam berat As, kadarnya masih di bawah batas maksimal cemaran arsen dalam bahan pangan kategori buah dan sayur yang diatur dalam SNI 7387:2009, yaitu 1 ppm. Dari data hasil pengujian tersebut diketahui bahwa tidak ada pengaruh penggunaan pupuk NPK filler fly ash pada kandungan logam berat pada buah tomat.

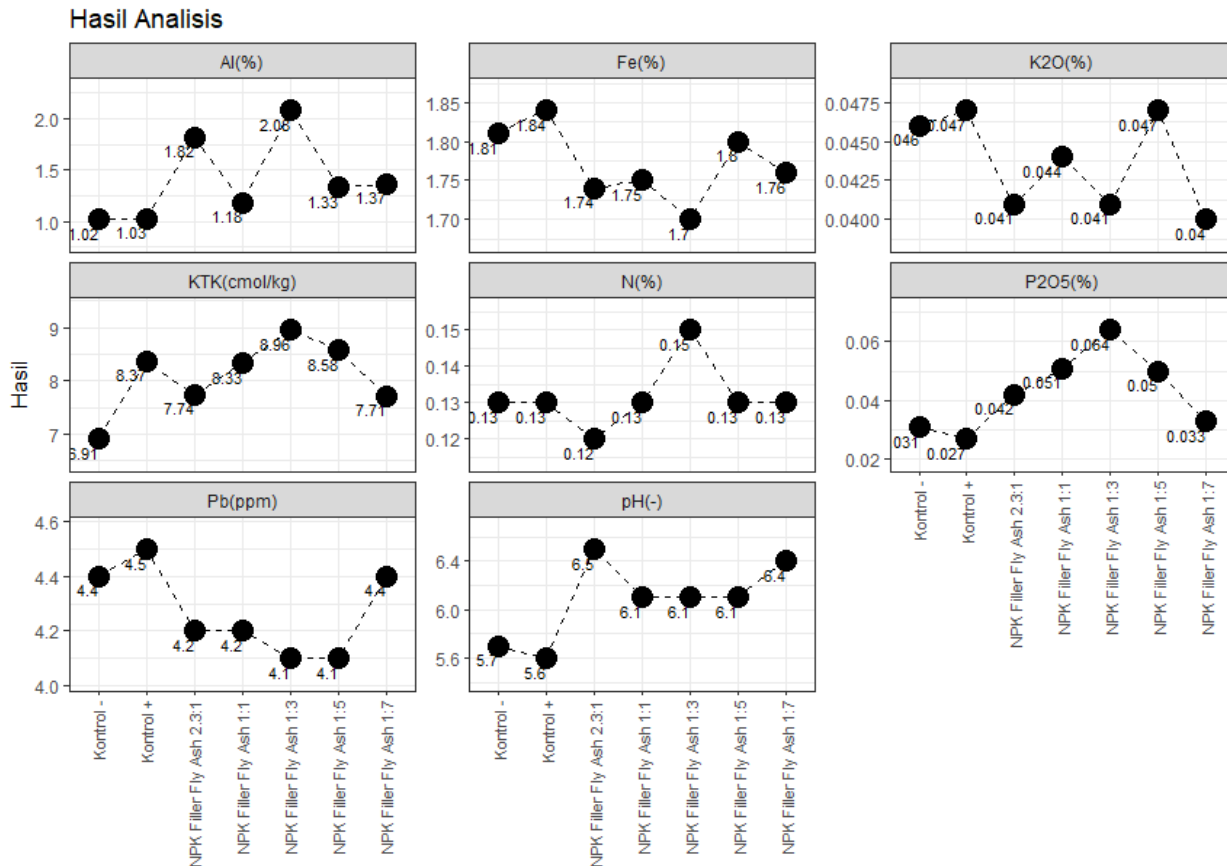
Selanjutnya hasil analisis parameter-parameter kimia dari sampel tanah disajikan pada Gambar 5. Kadar hara K dalam tanah untuk setiap perlakuan menunjukkan jumlah yang relatif sama. Demikian juga

Tabel 4 Kandungan logam berat pada sampel buah tomat

Sampel	As (ppm)	Hg (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)
Kontrol(-)	0.18	ttd	ttd	ttd
Kontrol(+)	0.35	ttd	ttd	ttd
FA:Filler (2,3:1)	0.25	ttd	ttd	ttd
FA:Filler (1:1)	0.11	ttd	ttd	ttd
FA:Filler (1:3)	0.22	ttd	ttd	ttd
FA:Filler (1:5)	ttd	ttd	ttd	ttd
FA:Filler (1:7)	0.41	ttd	ttd	ttd

dengan kadar hara N yang menunjukkan kadar yang relatif sama, yaitu 0,13%, kecuali pada perlakuan NPK FA filler 2,3:1 dan NPK FA filler 1:3 dengan kadar N masing-masing 0,12% dan 0,15%.

Untuk kadar fosfat (P), grafik menunjukkan kadar P yang lebih tinggi pada perlakuan NPK dengan filler fly ash dibandingkan dengan kontrol negatif maupun kontrol positif. Kadar P pada perlakuan kontrol negatif dan kontrol positif berturut-turut adalah 0,031% dan 0,027%. Kadar P pada perlakuan NPK FA:Filler 1:3 menunjukkan kadar P paling tinggi, yaitu 0,064%. Kadar hara P yang lebih tinggi pada perlakuan pupuk



Gambar 5 Grafik hasil analisis kimia tanah.

NPK filler fly ash mungkin dipengaruhi oleh adanya fly ash dalam tanah, namun penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk memastikan kondisi tersebut.

Perbedaan nilai pH antara kontrol dan perlakuan pupuk NPK filler fly ash terlihat dari hasil pengujian (Gambar 5). Kontrol negatif dan kontrol positif menunjukkan pH 5,7 dan 5,6, sementara sampel tanah dengan perlakuan pemupukan NPK filler fly ash menunjukkan pH 6,1–6,5. Kenaikan pH ini mungkin dikarenakan oleh adanya fly ash yang mempunyai kemampuan sebagai amelioran atau pembenah tanah. Hasil analisis Fe dan Pb pada Gambar 5 menunjukkan perbedaan antara kontrol dengan perlakuan NPK Fly ash. Kadar Fe dan Pb pada tanah yg diberikan pupuk NPK fly ash cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut mungkin berkaitan dengan adanya kenaikan pH tanah.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan diketahui bahwa granulasi pupuk NPK yang memanfaatkan fly ash sebagai filler telah berhasil dilakukan. Walaupun penggunaan fly ash sebagai filler meningkatkan kadar air dalam produk, namun kadar air masih memenuhi standar yang dipersyaratkan SNI 2803:2012. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai dampak kenaikan penggunaan air dalam proses granulasi.

Pupuk NPK 15-10-12 dengan filler fly ash dengan rasio 4,1% s.d 22,9% tidak memberikan pengaruh negatif pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman tomat dibandingkan dengan pupuk NPK standar. Kadar logam berat dalam buah tomat yang menggunakan NPK filler fly ash tidak menunjukkan kenaikan dan memenuhi syarat SNI 7387:2009. Pemakaian NPK filler fly ash menunjukkan sifat ameliorant, dilihat dari kenaikan pH dan penurunan kadar Fe dan Pb pada tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmaruzzaman M. 2010. A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 36(3): 327–363. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2009.11.003>
- Basu M, Pande M, Bhadoria PBS, Mahapatra SC. 2009. Potential fly-ash utilization in agriculture: A global review. *Progress in Natural Science*. 19(10): 1173–1186. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2008.12.006>
- Bhatt A, Priyadarshini S, Acharath MA, Abri A, Sattler M, Techapaphawit S. 2019. Physical, chemical, and geotechnical properties of coal fly ash: A global review. *Case Studies in Construction Materials*. 11:

- e00263. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00263>
- Doshi SR. 1991. Fusion blend. *Fertilizer Research*, 30(1): 87–97. <https://doi.org/10.1007/BF01048831>
- Fahrunsyah F, Mulyadi M, Sarjono A, Darma S. 2021. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Fosfor Pada Ultisol Dengan Menggunakan Abu Terbang Batubara. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1): 189–202. <https://doi.org/10.21776/ub.jtstl.2021.008.1.22>
- Kishor P, Ghosh AK, Kumar D. 2010. Use of fly ash in agriculture: A way to improve soil fertility and its productivity. *Asian Journal of Agricultural Research*, 4(1): 1–14. <https://doi.org/10.3923/ajar.2010.1.14>
- Mattigod SV, Rai D, Eary LE, Ainsworth CC. 1990. Geochemical factors controlling the mobilization of inorganic constituents from fossil fuel combustion residues: I. Review of the major elements. *Journal of Environmental Quality*, 19(2): 188–201. <https://doi.org/10.2134/jeq1990.00472425001900020004x>
- Nelvia N. 2018. The use of fly ash in peat soil on the growth and yield of rice. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 40(3): 527–535. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v40i3.793>
- Rahmawati NUS, Sutopo NR, Nuraini Y, Handayanto E. 2020. Phytotoxicity of coal fly ash on plant growth and heavy metal uptake by plant in an acid soil. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 7(3): 2233. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2020.073.2233>
- Roy WR, Thiery RG, Schuller RM, Suloway JJ. 1981. Coal fly ash: a review of the literature and proposed classification system with emphasis on environmental impacts. Illinois Institute of Natural Resources: *Environmental Geology Notes* 96.
- Saidy AR. 2020. Changes in soil chemical properties and growth performance of corn (*Zea mays* L.) grown in an acidic-tropical soil amended with fly-ash. *International Conference On Natural Resources And Sustainable Development (Icnrsd) 2018*. [Tesis]. Medan (ID): Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Subiksa IGM, Suastika IW. 2021. The effect of fly ash application to Acacia growth and heavy metals leaching on peatland. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 648(1): 012161. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012161>
- Walker GM, Holland CR, Ahmad MN, Fox JN, Kells A. G. 2001. Prediction of fertilizer granulation: Effect of binder viscosity on random coalescence model. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 40(9): 2128–2133. <https://doi.org/10.1021/ie000647s>
- Yunusa IAM, Loganathan P, Nissanka SP, Manoharan V, Burchett MD, Skilbeck CG, Eamus D. 2012. Application of coal fly ash in agriculture: A strategic perspective. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42(6): 559–600. <https://doi.org/10.1080/10643389.2010.520236>