

PENGARUH PENAMBAHAN *FILLER* BLOTONG TERHADAP POTENSI *CAKING* PUPUK MAJEMUK GRANUL

The Effect of Addition of Filter-Cake Filler on the Potential of Caking of Granule Compound Fertilizer

Kasmadi^{1*}, Budi Nugroho², Atang Sutandi², Syaiful Anwar²

¹⁾ PT Pupuk Kujang Cikampek, Jl. Jend. A Yani No. 39 Cikampek Karawang 41373, dan Jurusan Ilmu Tanah, DITSL Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

²⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

*Penulis korespondensi: kasmadi@pupuk-kujang.co.id

Abstract

The physical quality of NPK fertilizer is very important, good physical quality, as indicated by the low potential of caking and absorption-penetration of water so that NPK fertilizer can be stored for a longer time and easier in handling. In this study, the granulation test used NPK 15-15-15 + 5S formula with the percentage filter pressmud 0%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100% in two types of K sources: MOP (KCl) and SOP (K₂SO₄). Granulation was carried out using the wet granulation method using pan granulator, 2 kg batch⁻¹ capacity, rotation speed 23 rpm and 50° pan slope. The purpose of this study was to determine the effect of filter pressmud addition on the tendency of caking NPK 15-15-15 + 5S products during storage. The results showed that the addition of filter pressmud as a filler in the production of NPK fertilizer was obtained: the addition of filter pressmud as a filler in the production of 15-15-15 + 5S NPK fertilizers can reduce the potential of caking by 1.77% -44.31% depending on the formulation of raw materials used.

Keywords: caking, compound fertilizer, filler, filter pressmud, granulation

Pendahuluan

Menurut IFDC (1998), kualitas pupuk didasarkan pada 2 kriteria, yaitu: sifat kimia dan sifat fisika. Sifat kimia terdiri dari hara, ketersediaan hara bagi tanaman dan efektivitasnya (*agronomic response*), sedangkan kriteria sifat fisika antara lain: tendensi *caking*, *dustiness*, *free flowing*, segregasi dan higroskopisitas. Hignett (1985) menjelaskan bahwa fungsi agronomi, *handling*, transportasi dan aplikasi di lapangan bentuk fisik pupuk penting untuk dipertimbangkan. Pada industri pupuk, alasan utama pengembangan produk granul dimaksudkan untuk mengurangi tendensi *caking* (Capes, 1980).

Caking adalah pembentukan massa yang saling lengket antar butiran IFDC (1998). Sebagian besar pupuk berpotensi *caking* selama

penyimpanan, hal ini terjadi karena terbentuknya jembatan kristal yang kuat antar butiran granul. *Caking* pada pupuk disebabkan oleh adanya kontak antar partikel, dimana ada 3 mekanisme kontak yaitu: 1) kontak fase: terbentuk jembatan kristal antar partikel granul, 2) kontak perekat: terbentuk sebagai akibat tarikan molekul antar permukaan, dan 3) difusi permukaan: terbentuk karena kompleks air-garam.

Beberapa faktor yg mempengaruhi *caking* dapat dibedakan menjadi 2 yaitu: 1) faktor internal (komposisi kimia, kandungan air, ukuran dan bentuk, kekerasan, sifat higroskopisitas, dan temperatur penyimpanan (Albadarin *et al.*, 2016)) dan 2) faktor eksternal (Temperatur penyimpanan, kelembaban lingkungan, lama penyimpanan dan tinggi

tumpukan penyimpanan). *Caking* dapat menyebabkan beberapa permasalahan dalam penanganan (*handling*) dan aplikasi, hal ini menjadi pertimbangan penting dan sebagai salah satu masalah terbesar kualitas pupuk (Rutland dan Polo, 2005).

Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu: untuk mengetahui pengaruh penambahan blotong pada tendensi *caking* produk majemuk 15-15-15+5S pada saat penyimpanan. Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai upaya peningkatan kualitas produk NPK granul dengan pemanfaatan blotong dalam produksi pupuk majemuk granul, sehingga daya penyimpanan pupuk lebih lama dan mempermudah *handling*.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *pan granulator*, alat penyemprot, neraca digital, alat penghancur (*Crusher*), oven, *stopwatch*, *spatula*, alat pengukur kekerasan butir pupuk (*crushing strength*), peralatan *caking test*, RH meter. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, Urea, DAP (*Diamonium phosphate*), KCl, K₂SO₄, ZA, klei, *lignosulfonat*, blotong, dan air.

Metode penelitian

Uji granulasi menggunakan formula 15-15-15+5S dengan variasi filler dan sumber K. Sumber K terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu pupuk KCl (MOP) dan K₂SO₄ (SOP), sedangkan komposisi filler yang terdiri perbandingan blotong : klei meliputi 5 (lima) taraf yaitu : 60 : 40, 70: 30, 80 : 20, 90 : 10 dan 100 : 0 %. Masing-masing variasi perlakuan dilakukan tiga kali ulangan.

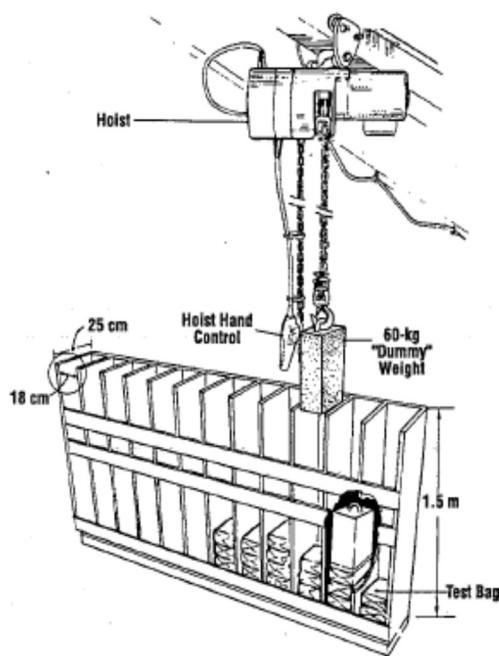
Proses granulasi pupuk majemuk

Granulasi dilakukan dengan metode *wet granulation* menggunakan *pan granulator*. Kapasitas 2 kg batch⁻¹, dengan kecepatan putaran 23 rpm dan kemiringan pan 50° (Litster dan Ennis 2004; Gluba dan Obraniak 2011). Sebelum diumpulkan kedalam *pan granulator* bahan baku ditimbang sesuai perhitungan kemudian dicampur sampai homogen dan dihaluskan. Granulasi berlangsung selama 15 menit dan dilanjutkan pengeringan selama 25

menit. Selama proses agglomerasi dilakukan penambahan air sebagai *liquid binder* untuk pembasahan dan membantu proses granulasi (Obraniak dan Gluba 2011)

Pengujian caking produk pupuk majemuk

Pengujian menggunakan kantong kecil dengan kapasitas 1,4 kg berdimensi 12 x 7 x 25 cm dan ditekan dengan beban 59 kg (Gowariker *et al.*, 2009). Kantong yang digunakan adalah kantong kedap air, kantong anti air seperti polyethylene dapat ditambahkan sebagai proteksi tambahan. Pemeriksaan dilakukan pada 1 dan 3 bulan, dengan cara sebagai berikut: 1) angkat pemberat, beri tanda pada masing-masing kantong setiap lapisnya, 2) jatuhkan kantong yang berisi pupuk dari ketinggian 0,91 m ke lantai, kemudian buka kemasan kantong secara perlahan. Tentukan ukuran bongkahan yang terbentuk. 3) ukur kekerasan contoh menggunakan tangan dan tentukan nilainya dalam 3 tipe *light* (L) untuk bongkahan yang mudah pecah hancur kembali, *medium* (M) untuk bongkahan yang sulit dihancurkan dengan tangan tapi bisa dihancurkan menggunakan alat dan *hard* (H) untuk bongkahan yang sangat keras.



Gambar 1. Rangkaian alat pengujian *caking*.

Pengolahan data

Data-data hasil pengamatan dan perhitungan disidik ragam dan diuji lanjut dengan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 1% atau 5%.

Hasil dan Pembahasan

Bahan utama yang penting pada proses perbesaran ukuran selama proses granulasi adalah penggunaan bahan pengikat dalam granulasi. Pada teknologi granulasi menggunakan proses fisik digunakan klei sebagai sumber utama bahan pengikat yang disebut *insoluble binder*. Pada penelitian ini peneliti melakukan uji granulasi dengan menggantikan *insoluble binder* klei dengan blotong. Sebelum diumpulkan kedalam pan granulator, semua bahan baku dihancurkan terlebih dahulu dengan tujuan: meningkatkan penggumpalan (*Agglomeration*) pada proses granulasi kekerasan partikel granul meningkat dan menurunkan peluang granul pecah (Litster dan Ennis, 2004). Agglomerasi menurut Chai *et al.* (2017) didefinisikan sebagai proses

perbesaran partikel yang terbentuk karena adanya ikatan antar partikel. Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu produk dikeringkan dan diayak, pengujian dilakukan pada ukuran produk 2-4 mm.

Pengujian caking

Hasil Pengujian *caking* diambil setelah 1 dan 3 bulan penyimpanan. Pada pengamatan 1 bulan setelah penyimpanan menunjukkan perlakuan K1B0, K1B1, K1B2 dan K1B3 terlihat terjadi penggumpalan (*caking*) dengan kategori medium dimana bongkahan masih bisa dihancurkan dengan meremas. Memasuki bulan ke-3 perlakuan K1B4 terlihat pupuk mulai menunjukkan penggumpalan dengan kategori M (Medium).

Pada perlakuan formulasi pupuk dengan menggunakan SOP (K_2SO_4) tanpa ammonium sulfat terlihat bahwa, penyimpanan pupuk sampai bulan ke-3 kondisinya masih baik. Berat pupuk yang mengalami *caking* cukup rendah yaitu sebesar 1,77%-41,39%, selain itu *caking* (gumpalan) yang terbentuk sangat mudah untuk dihancurkan kembali dengan menekan menggunakan jari tangan.



Gambar 2. Tendensi *caking* pada penyimpanan 3 bulan.

Tabel 1. Hasil *caking* test bulan ke-1 dan bulan ke-3.

No	Perlakuan	Bulan	
		1	3
1	KCl Sebagai Sumber K		
	K1B0	(Blotong 0%, Klei 100%)	M
	K1B1	(Blotong 60%, Klei 40%)	M
	K1B2	(Blotong 70%, Klei 30%)	M
	K1B3	(Blotong 80%, Klei 20%)	M
	K1B4	(Blotong 90%, Klei 10%)	L
	K1B5	(Blotong 100%, Klei 0%)	L
2	SOP Sebagai Sumber K		
	K2B0	(Blotong 0%, Klei 100%)	L
	K2B1	(Blotong 60%, Klei 40%)	L
	K2B2	(Blotong 70%, Klei 30%)	L
	K2B3	(Blotong 80%, Klei 20%)	L
	K2B4	(Blotong 90%, Klei 10%)	L
	K2B5	(Blotong 100%, Klei 0%)	L

Keterangan: Pengukuran contoh menggunakan tangan dan tentukan nilainya dalam 3 tipe light (L) untuk bongkahan yang mudah pecah hancur kembali, medium (M) untuk bongkahan yang sulit dihancurkan dengan tangan tapi bisa dihancurkan menggunakan alat dan hard (H) untuk bongkahan yang sangat keras.

Perlakuan K1B0, K1B1, K1B2, K1B4 mempunyai tendensi *caking* lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan berat pupuk yang mengalami *caking* sebesar 52,33%-70,97%. Persentase *caking* setelah penyimpanan selama 3 bulan tersaji pada Tabel 2. Beberapa sifat pupuk yang dapat menyebabkan tendensi *caking* diantaranya adalah kandungan air, ukuran partikel, kekerasan dan komposisi kimia.

Tabel 2. Presentase *caking* setelah penyimpanan 3 bulan.

Perlakuan	<i>Caking</i>		
	g	%	Selisih (%)
K1B0	757,40	54,10	0,00
K1B1	732,60	52,33	-1,77
K1B2	984,80	70,34	16,24
K1B3	993,60	70,97	16,87
K1B4	970,00	69,29	15,19
K1B5	180,80	12,91	-41,19
K2B0	24,80	1,77	-52,33
K2B1	137,00	9,79	-44,31
K2B2	342,00	24,43	-29,67
K2B3	183,40	13,10	-41,00
K2B4	579,40	41,39	-12,71
K2B5	536,80	38,34	-15,76

Ukuran partikel

Perlakuan formulasi pupuk dengan menggunakan KCl menghasilkan produk dengan persentase ukuran partikel 2 mm lebih besar dibandingkan dengan perlakuan menggunakan K₂SO₄, sebaliknya pada distribusi ukuran 4 mm. Potensi *caking* meningkat dengan menurunnya ukuran partikel, hal ini disebabkan kontak antar partikel semakin luas. Data pada Tabel 1 dan 3 menunjukkan kecenderungan *caking* tipe medium terjadi pada persentase ukuran partikel 2 mm lebih dari 54,83%.

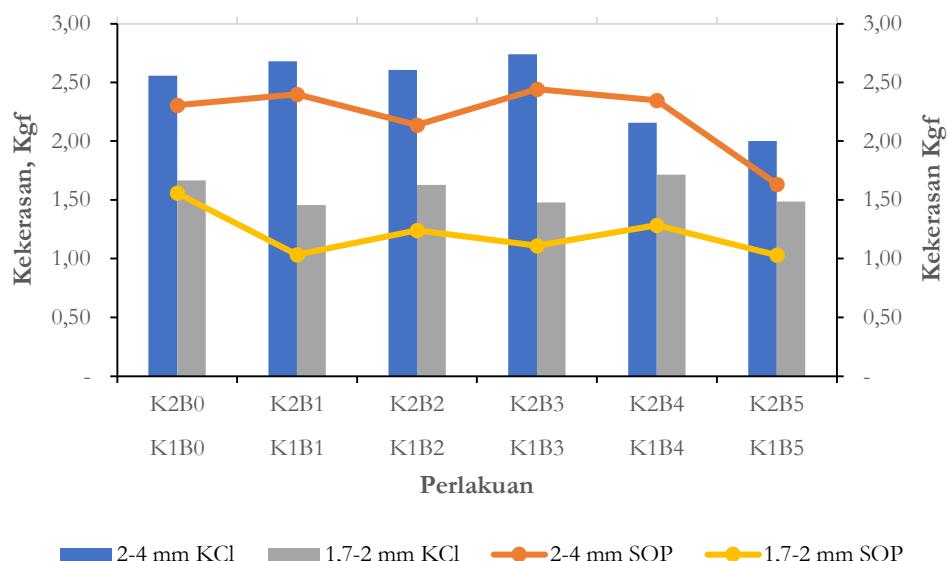
Tabel 3. Distribusi ukuran partikel pupuk 15-15-15+5S

Perlakuan	Distribusi Ukuran (%)	
	2 mm	4 mm
K1B0	82,52	17,48
K1B1	66,98	19,35
K1B2	68,94	16,79
K1B3	54,83	22,53
K1B4	57,05	19,39
K1B5	47,00	21,10
K2B0	60,81	26,55
K2B1	41,43	39,49
K2B2	41,91	42,89
K2B3	33,40	46,39
K2B4	33,22	43,02
K2B5	36,29	26,65

Kekerasan

Nilai kekerasan granul pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan produk meningkat seiring dengan kenaikan diameter

ukuran partikel NPK. Kekerasan produk pada perlakuan menggunakan sumber KCl sebagai sumber K₂O lebih baik dibandingkan menggunakan K₂SO₄. Pada formula uji 15-15-15+5S pada perlakuan KCl sumber S diperoleh dari penggunaan ammonium sulfat.



Gambar 3. Kekerasan pupuk NPK 15-15-15+5S

Dari Gambar 3 diperoleh nilai kekerasan produk tertinggi adalah pada perlakuan K1B3 (blotong 80%, klei 20% menggunakan KCl sebagai sumber K₂O), hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan Xue *et al.* (2013 dan 2017) yang menunjukkan penambahan ammonium sulfat sebesar 1-2% secara signifikan meningkatkan kecepatan granulasi. akan tetapi secara statistik antar pelakuan tidak berbeda nyata.

Komposisi kimia

Pencampuran bahan baku pada pembuatan pupuk NPK selalu menghasilkan nilai CRH lebih rendah. CRH merupakan kelembaban relatif pada kondisi lingkungan dimana bahan mulai menyerap air dari udara. Untuk mengetahui nilai penyerapan air dilakukan pengujian moisture penetration-absorption.

Moisture penetration

Hasil pengujian moisture penetration pada kelembaban udara 75% waktu penyimpanan

selama 72 jam secara statistika menunjukkan beda nyata pada taraf 1% (Tabel 4). Penambahan filler blotong signifikan dapat menurunkan misture penetration 0,66-0,93 cm dengan penggunaan KCl dan ZA dan 1,10-1,26 cm dengan penggunaan K₂SO₄ pada penyimpanan selama 72 jam. penurunan moisture penetration ini berdampak juga menurunkan potensi caking produk selama penyimpanan.

Moisture absorption

Hasil pengukuran moisture absorption pada penyimpanan dengan kelembaban udara 75% selama 72 jam secara statistika tidak berbeda nyata (Tabel 4). Penambahan blotong dapat menurunkan penyerapan air selama penyimpanan produk. Pada penyimpanan produk selama 72 jam, penambahan blotong menurunkan penyerapan air sebesar 7,58-27,33 mg cm⁻² pada penggunaan KCl sedang pada penggunaan K₂SO₄ penurunan sebesar 0,81-7,97 mg cm⁻².

Tabel 4. *Moisture penetration-absorption* produk NPK 15-15-15+5S pada kelembaban udara 75% waktu penyimpanan 72 Jam

Perlakuan	Penyimpanan pada RH 75%, 72 Jam	
	Moisture Penetration (cm)	Moisture Absorption (Mg cm ⁻²)
K1B0	2,83 c	119,85 a
K1B1	2,17 b	112,27 a
K1B2	2,07 b	92,51 a
K1B3	1,90 ab	99,81 a
K1B4	2,03 b	110,06 a
K1B5	1,93 ab	97,34 a
K2B0	2,80 c	98,58 a
K2B1	1,57 a	123,13 a
K2B2	1,53 a	116,26 a
K2B3	1,73 ab	119,04 a
K2B4	1,57 a	116,94 a
K2B5	1,53 a	111,88 a

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan penambahan blotong sebagai filler pada produksi pupuk majemuk 15-15-15+5S dapat menurunkan potensi *caking* sebesar 1,77%-44,31% tergantung pada formulasi bahan baku yang digunakan. Penggunaan blotong yang divariasi dengan K₂SO₄ sebagai sumber K dan sulfur memberikan hasil lebih baik dibandingkan penggunaan KCl dan ZA.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapan kepada PT Pupuk Kujang Cikampek atas semua biaya yang telah diberikan untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Albadarin, A.B., Lewis, T.D. and Walker, G.M. 2016. Granulated polyhalite fertilizer caking propensity. Powder Technology 308: 193-199, doi: 10.1016/j.powtec.2016.12.004.
- Capes, C.E. 1980. Particle Size Enlargement. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Chai, X., Chen Le, Xue, B. and Liu, E. 2017. Granulation of ammonium chloride fertiliser and agglomeration mechanism. Powder Technology 319: 148-153, doi:10.1016/j.powtec.2017.06.045.
- Gluba, T. and Obraniak, A. 2011. Nucleation and granule formation during disc granulation process. Physicochemical Problems of Mineral Processing 48(1): 113-120.
- Gowariker, V., Krishnamurty, V.N., Gowariker, S., Dhanorkar, M. and Paranjape, K. 2009. The Fertilizer Encyclopedia. New Jersey: John Wiley & Sons. Inc. Publication.
- Hignett, T.P. 1985. Fertilizer Manual. IFDC. Alabama: Springer Science+Business Media, B.V. Muscle Shoals. Pp 284-312.
- International Fertilizer Development Center (IFDC). 1998. Fertilizer Manual. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers. Pp 471-498.
- Litster, J. and Ennis, B. 2004. The Science and Engineering of Granulation Process. Brisbane: Springer Science Business Media B.V. Originally published by Kluwer Academic Publisher.
- Obraniak, A. and Gluba, T. 2012. A model of agglomerate formation during bed wetting in the process of disc granulation. Chemical and Process Engineering 33(1): 153-165, doi: 10.2478/v10176-012-0014-1.
- Rutland, D., and Polo, J. 2005. Fertilizer dealer handbook products, storage, and handling. Muscle Shoals, Alabama. IFDC-An International Center for Soil Fertility and Agricultural Development. Pp 1-7.
- Xue, B.C., Hao, Q., Liu, T. and Liu, E.B. 2013. Effect process parameter and agglomeration mechanisms on NPK compound fertiliser. Powder Technology 247 (2013): 8-13, doi: 10.1016/j.powtec.2013.06.027.
- Xue, B.C., Huang, H., Mao, M. and Liu, E. 2017. An investigation of the effect of ammonium sulfate addition on compound fertiliser granulation. Particuology 31: 54 – 58, doi: 10.1016/j.partic.2016.04.004.