

## **Pengembangan Formula Pupuk Buatan *Controlled Release Fertilizer* (CRF) untuk Bawang Merah (*Allium cepa*)**

### ***Development of Controlled Release Fertilizer (CRF) Synthetic Fertilizer Formula For Shallots (*Allium cepa*)***

**Ilhamsyah Noor<sup>\*</sup>, Arfiana, Era Restu Finalis, Endro Wahyu Tjahjono, Hadi Suratno,  
Hamzah, Agus Mulyono, Listiyo Dyah Nuraini, Jaim, Suradi, Hens Saputra**

Pusat Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia (PTSEIK), BPPT  
Kawasan Puspipetek, Gedung 225, Laboratorium Teknologi Proses dan Industri Kimia,  
Tangerang Selatan, Banten

<sup>\*</sup>) Penulis untuk korespondensi E-mail: [ilhamsyah.noor@bppt.go.id](mailto:ilhamsyah.noor@bppt.go.id)

**Diajukan:** 04 Mei 2021/**Diterima:** 28 Juli 2022 /**Dipublikasi:** 29 Agustus 2022

#### **ABSTRACT**

***Shallots are one of the leading vegetable commodities that have high economic value. Onion production data in Indonesia shows that the productivity of these shallots can still be improved. Fertilization is an alternative solution to increase plant productivity. Fertilization efficiency must be increased considering the low efficiency of using anorganic fertilizers due to many factors, including loss of active ingredients (nutrients) through microbial degradation processes, volatilization or washing by surface runoff. One of solutions to increase the efficiency of fertilizer use is CRF. Controlled Release Fertilizer (CRF) is fertilizer with a mechanism of releasing nutrients periodically close to the absorption pattern by plants so that the nutrients contained in the fertilizer are not carried away by water. The CRF developed is a complete fertilizer formula for shallots which includes macro nutrients (N, P, K), secondary macros (Sulfur, Magnesium, Calcium), and micro nutrients (Zinc, Cuprum, and humic acid). Based on the recommendations of the R & D agency and regulations related to fertilizer formulas for shallots, 2 formulas were produced that were customized to the needs of shallot plants. Two prototypes of fertilizer for shallot plants were produced (NPK CRF 14-7-9-6-4-2 and NPK CRF 16-7-10-6-2). Both fertilizers were coated using humic acid, from the results of coating using humic acid, the crushing strength value of the fertilizer granules increased 1.5 times compared to before coating. In addition to the nature of humic acid which can inhibit N release, increasing crushing strength can also slow down the degradation process of fertilizer granules.***

**Keywords :** *Coating; CRF; Efficiency; Formulation; Productivity*

#### **INTISARI**

**Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Data produksi bawang merah di Indonesia menunjukkan bahwa produktivitas hasil bawang merah tersebut masih dapat ditingkatkan. Pemupukan merupakan salah satu alternatif solusi untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Efisiensi pemupukan harus ditingkatkan mengingat**

rendahnya efisiensi penggunaan pupuk buatan yang disebabkan oleh banyak faktor, antara lain karena kehilangan bahan aktif (*nutrient*) melalui proses degradasi mikrobial, volatilisasi ataupun tercuci oleh aliran permukaan. Salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk adalah CRF. *Controlled Release Fertilizer* (CRF) merupakan jenis pupuk dengan mekanisme pelepasan unsur hara secara berkala mendekati pola penyerapan oleh tanaman sehingga unsur hara yang terkandung dalam pupuk tidak terbawa oleh air. CRF yang dikembangkan merupakan formula pupuk lengkap untuk bawang merah yang meliputi makro nutrient (N, P, K), makro sekunder (Sulfur, Magnesium, Kalsium), serta mikro nutrient (Zinc, Cuprum, dan Asam humat). Berdasarkan rekomendasi badan litbang dan peraturan-peraturan terkait formula pupuk untuk bawang merah, dihasilkan 2 buah formula yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman bawang merah. Dihasilkan 2 buah prototype pupuk untuk tanaman bawang merah (NPK CRF 14-7-9-6-4-2 dan NPK CRF 16-7-10-6-2). Kedua pupuk tersebut di *coating* dengan menggunakan asam humat, dari hasil *coating* dengan menggunakan asam humat, nilai *crushing strength* dari granul pupuk meningkat 1,5x lipat dibandingkan sebelum di *coating*. Selain sifat asam humat yang dapat menghambat pelepasan N, peningkatan *crushing strength* juga dapat memperlambat proses degradasi granul pupuk.

**Kata kunci:** *coating*; CRF; efisiensi; formulasi; Produktivitas

## PENDAHULUAN

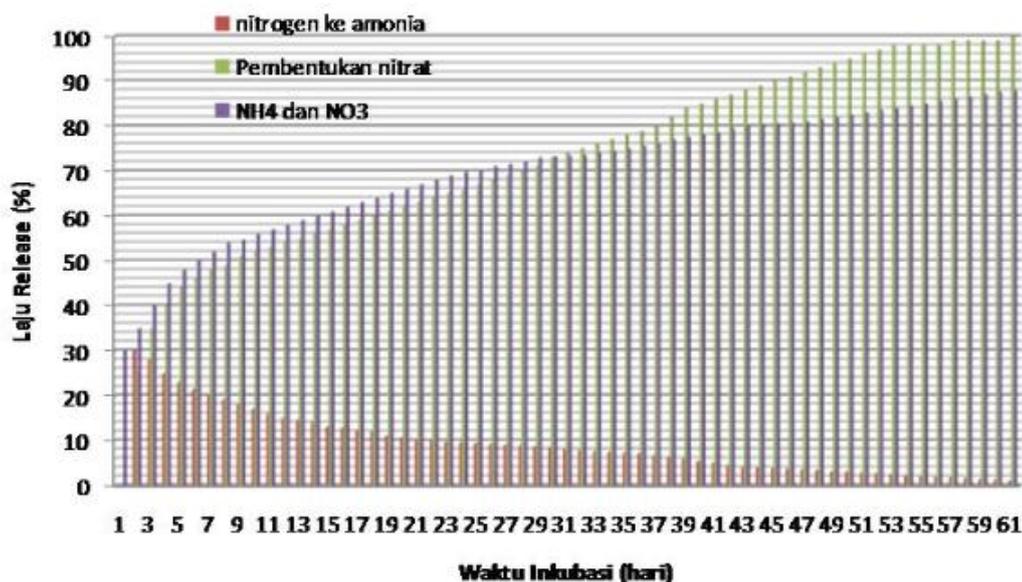
Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang banyak digunakan sebagai bumbu masakan dan obat tradisional serta memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi (Susanti -dkk, 2018). Produktivitas bawang merah nasional terus mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2013 produktivitas bawang merah mencapai 10,22 ton per hektar dan 9,31 ton per hektar pada tahun 2017 (Kementerian Pertanian, 2017). Tanaman bawang merah memerlukan pemberian pupuk nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam jumlah yang cukup berimbang untuk dapat bertumbuh dan berproduksi secara optimal (Sumarni, 2012). Unsur hara N, P dan K merupakan unsur hara makro primer yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak, sedangkan ketersediaan ketiga unsur hara tersebut dalam tanah sangat rendah.

Pemberian pupuk N, P, dan K dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil umbi bawang merah. Bawang merah juga merupakan salah satu jenis tanaman yang membutuhkan banyak sulfat. Sulfat memiliki peranan penting dalam metabolisme yang berhubungan dengan beberapa parameter penentu kualitas nutrisi tanaman sayuran. Ketajaman aroma tanaman bawang merah berkorelasi dengan ketersediaan S di dalam tanah. Sumarni (2005) melaporkan bahwa batas kritis sulfat untuk bawang merah bervariasi antara 50-90 ppm tergantung pada tipe tanahnya. Pemberian S dengan dosis 20-60 ppm meningkatkan serapan S, P, Zn dan Cn dan bawang merah membutuhkan S sebanyak 120 kg/ha.

Penggunaan pupuk organik sebanyak 5 ton/ha yang diberikan bersama pupuk TSP/SP-36 berfungsi untuk memelihara dan meningkatkan kesuburan lahan. Dari beberapa penelitian diketahui

bahwa kompos tidak meningkatkan hasil bawang merah secara nyata, tetapi mengurangi susut bobot umbi. Pemupukan susulan I berupa pupuk N dan K dilakukan pada umur 10–15 hari setelah tanam dan susulan ke II pada umur 1 bulan sesudah tanam, masing-masing  $\frac{1}{2}$  dosis.

Macam dan jumlah pupuk N dan K yang diberikan adalah sebagai berikut: N sebanyak 150-200 kg/ha dan K sebanyak 50-100 kg  $K_2O$ /ha atau 100-200 kg  $KCl$ /ha. Hasil penelitian Sumarmi (2005) menunjukkan bahwa komposisi pupuk N yang paling baik untuk menghasilkan umbi bawang merah konsumsi adalah  $\frac{1}{3}$  N (Urea) +  $\frac{2}{3}$  N (ZA).



Gambar 1. Profil Release N dari Pupuk NPK CRF selama 60 hari (Rosjidi, dkk)

Permasalahan yang sering dijumpai dalam penggunaan pupuk buatan adalah efisiensinya yang sangat rendah hingga kurang dari 50%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rosjidi, dkk melalui pelaksanaan uji demplot pada tanaman bawang merah di Brebes Jawa Tengah, dapat menghasilkan penghematan penggunaan pupuk hingga 50% dan meningkatkan panen bawang merah 14% dibandingkan penggunaan pupuk NPK biasa. Rendahnya efisiensi penggunaan pupuk buatan disebabkan oleh banyak faktor, antara lain karena kehilangan bahan

aktif (nutrient) melalui proses degradasi mikrobial, volatilisasi ataupun tercuci oleh aliran permukaan. Usaha untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk buatan prinsipnya dengan mengurangi kelarutan yang dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya: memperkeras butiran, memperbesar butiran, memperkeras dan memperbesar butiran sekaligus, menyelaputi butiran dengan senyawa lain.

Selama ini petani umumnya menggunakan pupuk secara berlebih yang mengakibatkan biaya produksi meningkat

karena tidak semua jenis pupuk yang digunakan oleh petani adalah pupuk bersubsidi. Biaya pemupukan sendiri dapat mencapai sekitar 40–60% dari biaya pemeliharaan tanaman atau sekitar 20% dari total biaya produksi (Suwandi dkk, 1987). Di samping itu, penggunaan pupuk yang berlebihan juga dapat menyebabkan kerusakan tanah, pencemaran lingkungan, dan menurunkan kualitas produk pertanian (Suwandi, 2009).

Untuk itu perlu dilakukan pengembangan pupuk berimbang yang mampu memenuhi kebutuhan unsur hara sesuai jenis tanaman dan ketersediaan unsur hara dalam tanah. *Controlled release fertilizer* (CRF) merupakan jenis pupuk dengan mekanisme pelepasan unsur hara secara berkala mendekati pola penyerapan oleh tanaman sehingga unsur hara yang terkandung dalam pupuk tidak terbawa oleh air dan tepat sasaran. Pembuatan CRF yaitu melalui mekanisme pelapisan pupuk dengan membran semipermeabel dan mekanisme pelepasan zat hara pupuk dalam suatu matriks. Teknologi CRF memungkinkan pengaturan pola pelepasan unsur hara pupuk di dalam tanah secara terkontrol sesuai dengan kebutuhan tingkat unsur hara tanaman selama durasi waktu tertentu. *Coating* merupakan proses yang diterapkan pada permukaan objek, biasanya disebut sebagai substrat. Tujuan proses *coating* pada pupuk yaitu untuk melindungi bahan dari oksigen, kelembaban, cahaya yang tidak kompatibel atau unsur-unsur lain, menunda atau

mengontrol pelepasan agen aktif di dalam partikel inti, memberikan sifat yang diinginkan pada antarmuka partikel, dan meningkatkan crushing strength pupuk.

Asam humat memiliki kemampuan kapasitas tukar kation (KTK) tinggi sehingga mampu menyerap atau mengikat unsur hara tanah dan akhirnya akan meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk tanaman (Istiqomah -dkk, 2017). Secara langsung, asam humat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah (Karti dan Setiadi, 2011). Tingginya Kapasitas Tukar Kation, kandungan oksigen serta kapasitas memegang air di atas rata-rata adalah alasan tingginya menggunakan asam humat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Mindari dkk, 2022). Penggunaan asam humat sebagai coating pupuk merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Kemampuan asam humat membentuk kompleks serapan ion logam diharapkan dapat membentuk kompleks serapan dengan ion dari pupuk nitrogen, sehingga pola pelepasan dari *Controlled Release Fertilizer* menjadi lebih stabil

Pengembangan pupuk CRF selain untuk mengefisieni pemupukan juga dilakukan dengan penambahan makro sekunder (S, Ca dan Mg) dan mikro nutrisi (Zn, Cu dan Asam Humat) yang dibutuhkan tanaman bawang. Penambahan unsur makro dan mikro pada pupuk CRF diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas bawang merah

yang dihasilkan. Pengembangan formula pupuk NPK CRF juga didasarkan pada SNI Pupuk NPK dan Keputusan Menteri Pertanian mengenai Persyaratan Teknis Minimum dalam pembuatan formula.

Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formula pupuk NPK CRF untuk tanaman bawang merah yang dapat mengefisiensikan pemupukan dan meningkatkan produktivitas tanaman bawang merah baik secara kualitas maupun kuantitas. Pupuk NPK CRF memanfaatkan zeolit alam sebagai matriks yang memiliki nilai KTK yang cukup tinggi. Dengan memiliki nilai KTK yang tinggi zeolit dapat mengatur pelepasan unsur hara ke dalam tanah.

### **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Proses dan Industri Kimia, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan dan Di Desa Bandorasa Kulon, Kecamatan Cilimus, Kuningan, Jawa Barat pada Tahun 2020. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk NPK CRF adalah sebagai berikut :

#### Sumber hara makro

- Pupuk Urea sebagai sumber N
- Pupuk DAP sebagai sumber P dan N
- Pupuk KCl sebagai sumber K

#### Sumber hara makro sekunder

- Pupuk ZA sebagai sumber S dan N
- MgO (Teknis) sebagai sumber Mg
- CaCO<sub>3</sub> (Teknis) sebagai sumber Ca

#### Sumber unsur hara mikro

- CuSO<sub>4</sub> (Teknis) sebagai sumber Cu
- ZnO (Teknis) sebagai sumber Zn

Selain bahan di atas digunakan pula zeolit sebagai matriks, molase sebagai *binder* dan asam humat sebagai *material coating*. Sebagian besar bahan baku pupuk di dapatkan di distributor pupuk dan di toko bahan kimia di sekitar Puspiptek, Tangerang Selatan.

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan pupuk NPK CRF adalah *pilot plant* pupuk SRF dengan kapasitas 1 TPD yang berada di laboratorium teknologi proses dan industri kimia, BRIN, Puspiptek. Peralatan tersebut terdiri atas *Crusher* dengan spesifikasi (Kapasitas : 650 kg/jam, Ukuran saringan : 60-80 mesh, Material : SS 316) , *Mixer* dengan spesifikasi (Tipe : Hexagonal Mixer, Dimensi : 60 x 40 x 60 cm, Kapasitas : 20 Kg / Proses) , *Pan Granulator* dengan spesifikasi (Diameter : 2m, Kapasitas : 300 kg/Jam, Kecepatan : Variable Speed, Material : SS 316), *Rotary Dryer* dengan spesifikasi (Panjang : 4,5m, Temperatur : 30 – 80°C, Material : SS 316), *Rotary Screen* dengan spesifikasi (Type : *Horizontal Rotary Screen*, Ukuran Plat Screen : 2 mm dan 5 mm, Material : SS 316)

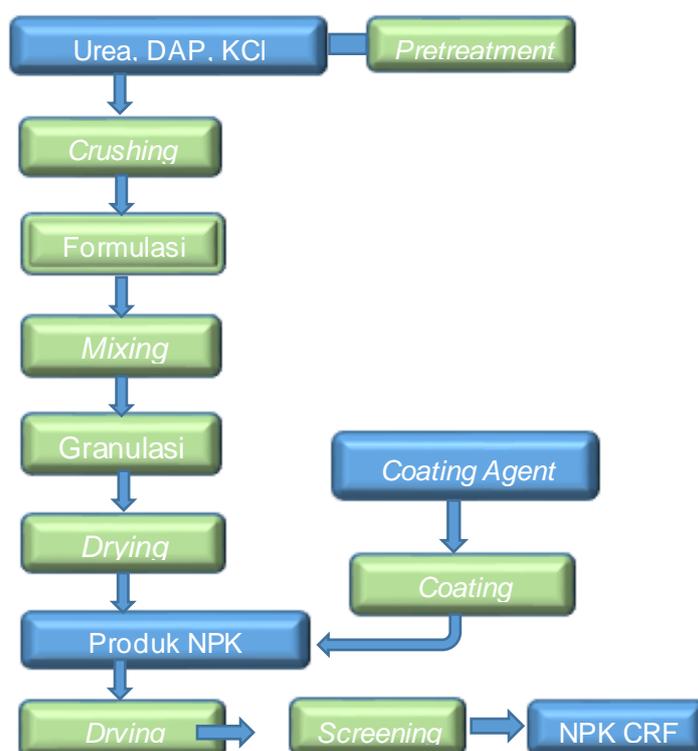
Sebelum dilakukan proses pembuatan pupuk NPK CRF, dibuat formulasi pupuk yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan unsur hara yang tersedia di tanah. Dalam pembuatan formulasi sangat penting untuk diketahui kandungan / komposisi nutrient dalam bahan baku. Hal ini dilakukan untuk

memastikan jumlah masing-masing unsur hara dalam bahan baku untuk pembuatan formulasi pupuk NPK CRF yang diinginkan. Pada penelitian ini dibuat 2 buah prototype pupuk NPK CRF, yaitu NPK CRF formula 14-7-9-6-4-2 dan NPK CRF formula 16-7-10-6-2. Kedua formulasi tersebut disesuaikan dengan aturan yang berlaku baik berdasarkan SNI pupuk NPK maupun dari Peraturan Kementerian Pertanian dalam penentuan formulasi pupuk.

Proses pembuatan pupuk NPK CRF didasarkan pada metode *fusion*, masing-masing bahan baku dihaluskan hingga ukuran < 60 mesh. Bahan baku yang sudah halus digranul hingga membentuk butiran dengan ukuran 3-5 mm menggunakan *pan granulator* dan dikeringkan menggunakan *rotary dryer*. Dalam proses granulasi, digunakan *binder* molase untuk merekatkan

masing-masing bahan hingga terbentuk butiran granul. Butiran pupuk di *coating* menggunakan asam humat kemudian dikeringkan dengan *rotary dryer*.

Dua buah prototype pupuk NPK yang dihasilkan masing-masing dilakukan analisa komponen (N, P, K, S, Ca, Mg dan Komponen Mikro), kadar air, *crushing strength*. Analisa komponen dilakukan untuk mengecek kesesuaian kandungan prototype produk NPK CRF dengan formulasi yang dibuat. Analisa komponen pupuk dilakukan berdasarkan SNI pupuk NPK. Analisa *crushing strength* bertujuan untuk melihat kekerasan dari butiran granul dari prototype pupuk. Analisa ini cukup penting untuk mengetahui kekuatan dari butiran granul. Semakin tinggi nilai *crushing strength* maka akan semakin lama butiran pupuk terdegradasi.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan pupuk NPK CRF

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pembuatan pupuk NPK CRF dilakukan analisa kandungan bahan baku terlebih dahulu, analisa bertujuan untuk memastikan komposisi dari masing-masing bahan baku apakah sesuai dengan spesifikasi pasar atau yang tertera di kemasan atau tidak. Kandungan bahan baku tersebut berguna untuk menghitung kebutuhan masing-masing bahan baku untuk

pembuatan pupuk NPK CRF, karena dari hasil analisa tersebut mempengaruhi kandungan mutu dari pupuk NPK CRF yang akan dibuat. Bahan baku pupuk CRF yang di analisa yaitu bahan baku Makro dan Makro sekunder (Urea, KCl, DAP, ZA dan  $MgSO_4$ ). Analisa bahan baku dilakukan di Balai Penelitian Tanah, Bogor. Berikut adalah hasil analisa bahan baku untuk pembuatan pupuk NPK CRF :

Tabel 1. Hasil analisa bahan baku pembuatan pupuk NPK CRF

No	Bahan Baku	Komposisi (%)	
1	Urea	Nitrogen	43,3
		Kadar air	0,24
2	DAP	Nitrogen	16,6
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50,6
3	KCl	Kadar air	5,1
		K <sub>2</sub> O	63,8
4	ZA	Kadar air	0,3
		Nitrogen	20,6
5	MgSO <sub>4</sub>	Sulfur	24,9
		Kadar air	0,7
		MgO	90,6
		Kadar air	4,8

Tabel 2. Syarat Mutu Pupuk NPK (SNI 2803 : 2012)

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Nitrogen Total *	%	Min. 6
2	Fosfor Total sebagai P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	%	Min. 6
3	Kalium sebagai K <sub>2</sub> O *	%	Min. 6
4	Jumlah Kadar N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O *	%	Min. 30
5	Kadar Air (b/b)	%	Maks. 3
6	Cemaran Logam Berat :		
	- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 10
	- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 100
	- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 500
7	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 100

Keterangan : \* adalah jenis uji 1 sampai dengan 3 adbk (atas dasar berat kering). Catatan : Toleransi hasil uji Laboratorium masing-masing unsur hara N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan K<sub>2</sub>O maksimal 8% di bawah Formula

Dari hasil analisa bahan baku dapat dilihat ada beberapa bahan baku yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada di pasaran/kemasan. Seperti kandungan N pada Urea (46%); dan kandungan N pada DAP (18%). Hal ini dapat dimungkinkan

terjadi penguapan pada saat penyimpanan di distributor ataupun di pedagang karena sifat dari nitrogen itu sendiri yang mudah menguap. Menurut Yuni Adiningsih (2008) faktor penyimpanan sangat berpengaruh pada kandungan pupuk, karena unsur-

unsur tersebut mudah larut dalam air dan tidak tahan terhadap sinar matahari sehingga mudah terjadi penguapan (volatilisasi) terutama untuk unsur nitrogen. Maka dari itu, analisa bahan baku sangat penting dalam perhitungan pembuatan formula pupuk NPK CRF.

Setelah didapatkan hasil analisa bahan baku tersebut, dilakukan pembuatan dan penentuan formulasi berdasarkan rekomendasi pemupukan untuk tanaman bawang merah dari beberapa badan litbang yang berkaitan dengan tanaman bawang merah. Selain itu, dalam pembuatan dan penentuan formulasi pupuk sudah disesuaikan dengan SNI Pupuk NPK dan Keputusan Menteri Pertanian No.209/Kpts/Sr.320/3/2018 mengenai Persyaratan Teknis Minimum (PTM) hara tanaman.

Berdasarkan SNI 2803 : 2012 dan Keputusan Menteri Pertanian No.209/Kpts/Sr.320/3/2018 untuk masing-masing kandungan unsur hara makro (N, P dan K) adalah 6 % dan jumlah total masing-masing unsur hara adalah minimal 30%. Dari ketentuan tersebut dibuat 2 buah formula yang didasarkan rekomendasi dari badan litbang terkait. Dari hasil analisa bahan baku dan dengan memperhatikan SNI dari Pupuk NPK serta Keputusan Kementerian Pertanian ditentukan 2 buah Formulasi yaitu :

1. NPK CRF formula 14 - 7 - 9 - 6 - 4 - 2 + TE
2. NPK CRF formula 16 - 7 - 10 - 6 - 2 + TE

Tabel 3. Kebutuhan bahan baku pembuatan pupuk NPK CRF / 1000 gr

No.	Bahan Baku	NPK CRF 14-7-9-6-4-2		NPK CRF 16-7-10-6-2	
		Jumlah (gr)	% Nutrien	Jumlah (gr)	% Nutrien
1	Urea	149,79	14	197,36	16
2	DAP	156,74	7	156,74	7
3	KCl	154,50	9	171,67	10
4	ZA (S)	248,19	6	248,19	6
5	MgSO <sub>4</sub>	22,90	2	22,90	2
6	ZnO	4,44	0,4	4,44	0,4
7	CuO	3,33	0,3	3,33	0,3
8	CaCO <sub>3</sub>	74,91	4	0	0
9	Zeolit	185,20	-	195,37	-
Total		1000		1000	

Dua formula tersebut dibuat berbeda dengan memperhatikan kebutuhan untuk tanaman bawang merah. Formula yang dibuat ada yang mengandung unsur Ca dan ada yang tidak mengandung unsur Ca, hal ini ditujukan untuk dilihat pada perbedaan pH tanah lokasi tanam dan juga signifikansi pengaruh makro sekunder Ca pada tanaman bawang merah. Fungsi unsur Ca sendiri dalam tanaman adalah berperan dalam pertumbuhan perakaran (Dirjen Hortikultura, 2010). Untuk tanaman bawang merah, akar sangat berpengaruh untuk menunjang umbi dan daun, apabila perakaran tidak baik maka tanaman akan mudah roboh. Jumlah unsur hara yang terkandung dalam 2 formula tersebut tidak terlalu berbeda jauh, formula 1 mengandung unsur hara makro sekunder yang lengkap (S, Ca dan Mg) dengan unsur N yang lebih rendah, sedangkan Formula 2

tidak mengandung unsur hara makro sekunder Ca tetapi mengandung unsur N yang lebih tinggi.

Pembuatan produk dilakukan dengan mengubah ukuran bahan baku hingga <60 mesh dengan menggunakan *crusher*. Masing-masing bahan baku diaduk hingga semua bahan baku tercampur merata. Bahan baku yang telah tercampur rata di granulasi dengan menggunakan *pan granulator* hingga ukuran 3-5 mm. Kemudian dimasukkan ke dalam *rotary dryer* beberapa kali untuk melakukan pengeringan. Suhu yang dipakai untuk pengeringan tidak terlalu tinggi (50-70°C), karena suhu yang tinggi dapat menguapkan Nitrogen dari pupuk. Setelah kering pupuk di coating dengan asam humat dengan metode *spraying* dan kemudian dikeringkan kembali dengan menggunakan *rotary dryer*.



Gambar 3. Produk pupuk NPK CRF

Dari hasil analisa *prototype* produk yang telah dibuat, kandungan masing-masing unsur hara sudah sesuai dengan formula yang ditetapkan, berikut adalah hasil analisa dari kedua produk pupuk NPK CRF tersebut:

Tabel 4. Hasil analisa kandungan pupuk NPK CRF

No	Jenis Pupuk	Total Kandungan Hara Pupuk (adbk)					Kadar Air	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S		CaCO <sub>3</sub>
1	CRF 14 -7 - 9 - 6 - 4 - 2 + TE	14,6	6,8	8,6	2,5	5,5	4,9	1,21
2	CRF 16 - 7 - 10 - 6 - 2 + TE	16,5	6,7	9,5	2,1	6,3	-	1,71

Dari hasil analisa di atas dapat dilihat bahwa kedua formula *prototype* produk sudah sesuai dengan yang ditetapkan sebelumnya, hanya kurang sedikit pada kandungan  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  hal ini dimungkinkan dapat terjadi saat penimbangan masing-masing bahan baku yang tidak pas ataupun proses pencampuran yang tidak terlalu homogen. Akan tetapi dari keseluruhan formulasi sudah sesuai dengan kebutuhan tanaman bawang merah, serta ketetapan pupuk NPK

berdasarkan SNI dan Keputusan Menteri Pertanian mengenai Persyaratan Teknis Minimal unsur hara tanaman.

Pupuk NPK CRF yang dikembangkan di *coating* dengan menggunakan asam humat, pengaruh *coating* asam humat dapat terlihat dari uji *crushing strength* dari granul pupuk sebelum dan sesudah di *coating*. Berikut adalah hasil analisa *crushing strength* dari pupuk NPK CRF sebelum dan sesudah di *coating*.

Tabel 5. Hasil uji *crushing strength* pupuk NPK CRF sebelum dan sesudah di *coating* dengan menggunakan asam humat.

Uji <i>Crushing Strength</i>	Sebelum di <i>Coating</i>	Setelah di <i>Coating</i>
1	9,8	14,8
2	10,2	14,5
3	10,5	15,0
4	9,7	15,2
5	10,7	14,7

Uji *crushing strength* dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing pupuk dengan ukuran granul yang hampir sama. Dari hasil uji tersebut dapat terlihat adanya *coating* dapat memperkeras butiran granul dari pupuk NPK CRF sebesar 1,5x lipat jika dibandingkan dengan pupuk NPK CRF sebelum dilakukan *coating*.

## KESIMPULAN

Dihasilkan *prototype* produk pupuk NPK CRF untuk tanaman bawang merah dengan menggunakan matriks zeolit yang dapat mengendalikan *release nutrient*, selain menggunakan zeolit digunakan juga asam humat sebagai *biodegradable coating*. Selain dapat mengendalikan *release* unsur hara N, asam humat juga

dapat membentuk kompleks penyerap ion logam bersama dengan nitrogen. *Prototype* pupuk NPK CRF merupakan pupuk lengkap (mengandung unsur hara makro, makro sekunder dan mikro) yang sesuai dengan kebutuhan tanaman bawang merah dan telah diformulasikan sesuai dengan SNI untuk pupuk NPK dan Keputusan Menteri Pertanian No.209/Kpts/Sr.320/3/2018. Penggunaan asam humat dapat meningkatkan *crushing strength* hingga 1,5 kali lipat dibandingkan sebelum dilakukan *coating*, hal tersebut dapat memperlambat degradasi granul pupuk. Untuk mengetahui performa dari pupuk NPK CRF perlu dilakukan uji efektivitas terhadap tanaman bawang merah secara langsung.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPDP dan Kemenristek BRIN yang telah membiayai penelitian ini melalui kegiatan PRN 2020.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, Yuni. 2008. Perubahan Kandungan Nitrogen, Phospat, dan Kalium Pada Penyimpanan Pupuk NPK. *Jurnal Riset Teknologi Industri* : Vol.2 No.4. Desember 2008
- Hilman Y., dan Suwandi. 1987. Pengaruh Pupuk Nitrogen dan Fosfor terhadap Kentang. *Buletin Penelitian Hortikultura*, Vol. 15 No. 2 : 206– 212.
- Istiqomah, F.N., Budi, S.W., Wulandari, A.S. 2017. Peran Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) dan Asam Humat terhadap Pertumbuhan Balsa (*Ochroma bicolor* Rowlee.) pada Tanah Terkontaminasi Timbal (Pb). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7(1): 72-78.
- Karti, P.D.M.H., Setiadi, Y. 2011. Respon pertumbuhan, Produksi dan Kualitas Rumput terhadap Penambahan Fungi Mikoriza Arbuskula dan Asam Humat pada Tanah Masam dengan Aluminium Tinggi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 16(2): 105-112.
- Mindari Wanti. 2022. *Asam Humat Sebagai Amelioran dan Pupuk*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. Edisi Ke 3.
- Rosjidi M, dkk. 2018. Inovasi Pupuk Controlled Release Fertilizer (CRF) Untuk Tanaman Bawang Merah. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*. Vol. 12 No. 3
- Sumarni & Achmad Hidayat. 2005. Budidaya Bawang Merah. *Panduan Teknis PTT Bawang Merah No.3 ISBN : 979-8304-49-7*
- Sumarni, Rosliana, Basuki. 2012. Respon Pertumbuhan, Hasil Umbi, dan Serapan Hara NPK Tanaman Bawang Merah Terhadap Berbagai Dosis Pemupukan NPK Pada Tanah Alluvial. *J. Hort.* 22(4): 366-375, 2012.
- Suwandi. 2009. Menakar Kebutuhan Hara Tanaman dalam Pengembangan Inovasi Budi Daya Sayuran Berkelanjutan. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, Vol. 2 No. 2 : 131 – 147.
- Susanti H., Budiraharjo, K., dan Handayani, M. 2018. Analisis Pengaruh Faktor – Faktor Produksi terhadap Produksi Usaha Tani Bawang Merah di Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Agrisociomics*, Vol. 2 No. 1 : 23– 30.
- Kementerian Pertanian. 2017. *Produktivitas Bawang Merah menurut Provinsi 2013 – 2017*.
- Keputusan Menteri Pertanian No.209/Kpts/Sr.320/3/2018. *Persyaratan Teknis Minimal Hara Tanaman*.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. 2010. *Pupuk dan Pemupukan Pada Budidaya Bawang Merah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementan.
- SNI 2803 : 2012. *SNI Pupuk NPK*