

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI TABLET UREA DENGAN METODE KEMPA LANGSUNG

Elmi Sariani Hasibuan¹, Akmal Djamaan¹, Muslim Suardi¹

¹Departemen Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Andalas
Jalan Limau Manis, Kecamatan Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat
¹elmisariani@gmail.com

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :
Submit, 3 Nopember 2022
Revisi, 19 Nopember 2022
Diterima, 31 Desember 2022
Publish, 10 Januari 2023

Kata Kunci :

Granul urea
kempa langsung
tablet urea.



ABSTRAK

Urea merupakan salah satu pupuk berbasis nitrogen yang paling melimpah dengan proses manufaktur yang berkembang dengan baik dan kemanjurannya dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi dan akumulasi senyawa protein dalam tanaman. Salah satu kelemahan penggunaan granul urea sebagai pupuk adalah kelarutannya dalam air yang tinggi dari 119mg/100ml pada 200C. Karena tingginya kelarutan, perkiraan efisiensi penggunaan nitrogen diseluruh dunia hanya 20-35%. Bahan yang digunakan adalah granul urea, dilakukan pemeriksaan bahan baku dan pembuatan tablet ureanya dengan metode kempa langsung, tablet urea yang dihasilkan selanjutnya di evaluasi dan pengujian pelepasan pada media tanah dan lumpur. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa tablet urea lebih lama bertahan di media tanah dan lumpur dibandingkan dengan granul urea. Kesimpulan Penggunaan tablet urea lebih efisien dibandingkan granul urea karena dengan merubah bentuk granul urea menjadi tablet urea dapat mengurangi laju kehilangan urea, meminimalkan dampak negatif yang berhubungan dengan penggunaan takaran yang berlebihan dan juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

This is an open access article under the CC BY-SA license



Corresponding Author:

Elmi Sariani Hasibuan

Universitas Andalas

Email : elmisariani@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Tablet merupakan bentuk sediaan farmasi. Tablet terdiri dari bahan farmasi aktif bersama dengan eksepian yang biasanya berbentuk bubuk, dikompresi menjadi bentuk sediaan padat (Rimjhim, *et al.*, 2019). Dengan adanya perkembangannya teknologi di bidang farmasi, pembuatan tablet tidak hanya digunakan untuk manusia, tetapi juga bisa digunakan dalam bidang pertanian. Salah satu inovasi pembuatan sediaan tablet yaitu dengan menggunakan zat aktif urea, dimana tablet urea merupakan penyempurnaan dari urea granul.

Urea mengandung unsur nitrogen (N) sebesar 46% dari total masa urea (Matiz, 2019). Urea merupakan pupuk organik buatan pabrik yang mengandung kalium, fosfat dan nitrogen. Nitrogen memiliki fungsi penting dalam pertumbuhan

tanaman, khususnya pertumbuhan daun. Nitrogen juga diperlukan oleh tanaman untuk melakukan fotosintesis (Amalia, 2020). Nitrogen memiliki ikatan rangkap tiga sehingga menyebabkan senyawa ini bersifat inert dan tanaman hanya dapat menyerap nitrogen dalam bentuk ion, yaitu ion amonium (NH_4^+) dan ion nitrat (NO_3^-). Umumnya tanaman memperoleh nitrogen dari tanah dalam bentuk nitrat dan sedikit dalam bentuk amonium. Penyerapan amonium dalam jumlah besar akan menjadi racun bagi tanaman (Djamaan *et al.*, 2017).

Namun, kelemahan dari urea yaitu sangat mudah terurai, sehingga tanaman tidak dapat melakukan penyerapan nutrisi secara maksimal. Sehingga untuk mengatasi kelemahan tersebut, dibuat alternatif yaitu dengan mengubah bentuk

dari granul urea menjadi tablet urea (Saloua, *et al.*, 2021).

Cara pembuatan tablet dibuat dengan tiga cara umum yaitu granulasi basah, granulasi kering dan kempa langsung (Nanda dan Sulaiman, 2020). Tujuan granulasi basah dan kering adalah untuk meningkatkan aliran campuran atau kemampuan kempa. Granulasi kering dilakukan dengan cara menekan masa serbuk pada tekanan tinggi sehingga menjadi tablet besar yang tidak berbentuk baik (Hosea *et al.*, 2020), kemudian digiling dan di ayak hingga diperoleh granul dengan ukuran partikel yang diinginkan. Kempa langsung menghindari banyak masalah yang timbul pada granulasi basah dan granulasi kering (DepKes RI, 2020).

Kempa langsung merupakan metode yang paling sederhana dan teknik pembuatan tablet yang hemat biaya (Toor *et al.*, 2020) proses pembuatan tablet yang efektif (Soo *et al.*, 2021). Metode kempa langsung menjadi salah satu pilihan pembuatan tablet karena peralatan yang digunakan sedikit dan waktu pembuatan yang lebih singkat dibandingkan dengan metode lain (Hartesi *et al.*, 2020). Proses dimana tablet dikempa langsung dari campuran eksipien tanpa perlakuan pendahuluan (Minash *et al.*, 2020), pembuatan tablet dilakukan tanpa prosedur pembuatan granul terlebih dahulu (Hosea *et al.*, 2020) dan metode ini dapat diterapkan untuk pembuatan tablet dengan memilih kombinasi yang tepat dari eksipien yang dapat memberikan desintegrasi cepat dan ketahanan fisik yang baik (Nandhini *et al.*, 2018).

Oleh karena itu, dilakukan pembuatan sediaan tablet urea dengan metode kempa langsung yang bertujuan agar urea tidak mudah terurai sehingga bekerja lebih lambat dan memberikan nutrisi pada tanaman.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik (Shimadzu AUX 220), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu), hardness tester, jangka sorong, Friability tester, *scanning electron microscopy*, alat-alat gelas dan peralatan lainnya.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah granul urea yang diperoleh dari PT. Pupuk Sriwijaya, Indonesia, reagen ehrlich, aquadest (Brataco); tanah dan lumpur yang diperoleh dari lingkungan Universitas Andalas. Reagen ehrlich dibuat dengan cara 2 gr DMAB (*p-dimethylaminobenzaldehyda*) dilarutkan dalam 90 ml etanol 95% dan 10 ml HCl pekat.

2.2 Metode

2.2.1 Pemeriksaan bahan baku granul urea

Pemeriksaan bahan baku granul urea telah memenuhi ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI)2801:2010 (BSN, 2010).

2.2.2 Persiapan bahan baku

Sebelum dilakukan pencetakan tablet semua granul urea di bersihkan dengan pelarut kloroform, setelah dibersihkan maka dimasukkan ke oven untuk pengeringan agar pelarut yang ada di urea tidak tertinggal, setelah urea digerus menggunakan lumping dan di ayak menggunakan ayakan mess 100.

2.2.3 Pembuatan sediaan tablet urea

Sediaan tablet urea dibuat dengan cara urea yang telah digerus dan di ayak, selanjutnya dicetak dengan metode kempa langsung, dimana cara metode kempa langsung urea yang di ayak dimasukkan kedalam alat cetak tablet dan kemudian dicetak sehingga diperoleh tablet urea (Parfati dan Karina, 2018).

2.2.4 Evaluasi tablet

a. Keseragaman ukuran

Diukur diameter dan ketebalan 20 tablet dengan menggunakan jangka sorong. Farmakope Indonesia V, dengan syarat keseragaman ukuran, diameter tablet tidak lebih dari 1 1/3 kali dan tidak kurang dari 1 1/3 kali tebal tablet (Hauwa *et al.*, 2019).

b. Keseragaman Bobot

Uji keseragaman bobot dilakukan dengan cara:

Dimbang 20 tablet dan dihitung bobot rata-rata semua tablet (W_0). Kemudian, ditimbang satu persatu tablet dan dicatat masing-masing bobotnya (W_i). Dihitung persen penyimpangan tiap-tiap tabletnya dengan rumus:

$$\% \text{ penyimpangan} = \frac{W_0 - W_i}{W_i} \times 100\%$$

Syarat Farmakope Indonesia V ditetapkan pada kolom A tidak melebihi dari 2 tablet dari bobot rata-rata dan kolom B tidak boleh satu pun melebihi bobot rata-rata (Depkes RI, 2020).

Table 1. Standar penyimpangan bobot rata-rata tablet

Bobot rata-rata	Penyimpangan bobot	
	A	B
25 mg atau kurang	15%	30%
26 mg sampai dengan 150 mg	10%	20%
151 mg – 300 mg	7,5%	15%
Lebih dari 300 mg	5%	10%

c. Kekerasan

Uji kekerasan tablet dilakukan menggunakan alat hardness tester. Dengan cara tablet diletakkan diantara anvil dan punch, kemudian diputar sekrup sampai keluar tanda lampunya menyala. Setelah itu dibaca angka skalanya. Dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali, dengan persyaratan 4-10 kg (DepKes RI, 2020).

d. Kerapuhan

Pengujian kerapuhan dilakukan dengan friabilator dan dilakukan dengan cara: Dibersihkan tablet terlebih dahulu dari debu memakai kuas kecil. Sebanyak 20 tablet ditimbang (W_0) dan dimasukkan ke dalam alat friabilator, kemudian dijalankan sebanyak 100 putaran (4 menit dengan kecepatan 25 rpm). Tablet kemudian dikeluarkan dan dibersihkan serta ditimbang ulang (W_f). Dihitung persen kerapuhan dengan rumus:

$$W_0 - W_f$$

$$\% \text{ kerapuhan} = \frac{W_i}{W} \times 100\%$$

Syarat: kehilangan bobot $\leq 1\%$ (DepKes RI, 2020).

2.2.5 Tahap Karakterisasi tablet urea

a. Morfologi tablet *scanning electron microscopy* (SEM)

Morfologi permukaan tablet dilakukan untuk melihat karakteristik dan kompatibilitas antara polimer penyalut dengan urea (Suardi *et al.*, 2015). Evaluasi ini dilakukan menggunakan alat *scanning electron microscopy* (SEM) JEOL-JSM- 6510LV (Weiy *et al.*, 2022).

b. Uji FTIR

Uji FTIR untuk mengetahui ada tidaknya terjadi interaksi antara bioblend yang digunakan dengan tablet.

c. Uji *Differential Scanning Calorimetry* (DSC)

Uji termografimetri dilakukan untuk analisa titik leleh dari sampel. Sehingga pengeujian ini dapat menentukan kestabilan sampel pada suhu panas. Analisis dilakukan dengan alat *differential scanning calorimeter* dengan meletakkan sampel pada panci aluminium DSC dan kemudian dipanaskan dari rentang 25 hingga 200 °C dengan laju alir nitrogen 50 mL/menit dan laju pemanasan 10°C/menit (Wei *et al.*, 2021).

d. Penentuan kadar nitrogen dalam urea dan uji pelepasan

Penentuan kadar nitrogen dalam urea digunakan spektrofotometri dengan menggunakan reagen *para-Dimethyl amino benzaldehyde* (DMAB). Dengan penambahan reagen ehrlich *p-dimethylaminobenzaldehyde* (DMAB) akan memberikan warna kuning kehijauan sehingga menyerap cahaya tampak pada 420 nm (Li *et al.*, 2021).

Untuk mengetahui berapa banyaknya urea maka dibuat kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan standar urea yang telah ditambahkan reagen DMAB terlebih dahulu. Larutan standar urea dibuat dengan konsentrasi masing-masing 100, 400, 600, 800, 1000 dan 1200 ppm.

1. Uji pelepasan dengan media tanah

Ditimbang 1 gr tablet urea dan 500 g tanah, ditempatkan dalam corong dengan kertas saring di bagian bawah. Tablet urea ditempatkan di dalam tanah pada kedalaman sekitar 5-10 cm dari permukaan. Setiap pengukuran dilakukan dalam rangkap tiga. Bagian tanah dibasahi sepenuhnya menggunakan 150 mL air suling tanpa rembesan air. Setiap tiga hari, 100 mL air ditambahkan ke dalam bagian tablet urea yang disalut dan tablet urea biasa. Hasil air pembasahan tanah, kemudian hasil air diperiksa dan dilakukan pengukuran absorbansinya. Pengambilan hasil dilakukan pada lima hari sekali sampai pada hari ke 30. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran baru dapat dilakukan setelah penambahan reagen ehrlich pada setiap sampel yang akan diukur (Yu *et al.*, 2019).

2. Uji pelepasan dengan media lumpur

Pada uji ini sebelumnya ditimbang 100 gram lumpur yang diperoleh dari sawah, kemudian lumpur diletakkan kedalam gelas kimia 1000 mL. Kemudian ditimbang masing-masing 1 gram tablet urea. Sampel formula yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam lumpur. Selanjutnya ditambahkan 500 mL air suling. Selanjutnya sampel air lumpur dilakukan pengukuran absorbansinya. Pengambilan sampel dilakukan pada lima hari sekali sampai pada hari ke 30. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran baru dapat dilakukan setelah penambahan reagen ehrlich pada setiap sampel yang akan diukur (Sulaiman, 2015).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pembuatan tablet urea, semua granul yang akan digunakan dicuci menggunakan kloroform yang gunanya untuk membersihkan granul dari kotoran – kotoran yang menempel pada granul, kemudian dilakukan pengeringan terhadap granul dengan memasukkan granul kedalam oven selama 1 jam dengan suhu 50-60°C. Kemudian urea digerus menggunakan lumpang dan di ayak menggunakan ayakan mess 100. Selanjutnya dicetak dengan metode kempa langsung, dimana urea yang sudah di ayak dimasukkan kedalam alat cetak tablet dan kemudian dicetak sehingga diperoleh tablet urea (DepKes RI, 2020).

3.1 Evaluasi tablet

a. Keseragaman ukuran

Berdasarkan hasil analisis di peroleh hasil uji keseragaman ukuran adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil uji keseragaman ukuran

Pengulangan	Rata-rata Diameter \pm SD	Rata-rata Ketebalan \pm SD
1	8,060 \pm 0,020	10,045 \pm 0,012
2	8,055 \pm 0,018	10,045 \pm 0,011
3	8,052 \pm 0,018	10,056 \pm 0,016

Syarat keseragaman ukuran diameter pada tablet tidak boleh lebih dari 3 kali dari tebal tablet dan tidak boleh kurang dari 4/3 dari tebal tablet. Hasil yang diperoleh sediaan tablet sudah memenuhi syarat karena diameter tablet tidak lebih dari tiga kali tebal tablet yaitu 8,059 mm < 3 x 8,059 mm = 24,177 mm dan tidak kurang dari 4/3 tebal tablet yaitu 10,046 > 4/3 x 10,046 mm = 13,39 mm (DepKes RI, 2020).

b. Keseragaman bobot tablet urea

Keseragaman bobot diperoleh dengan menimbang tablet satu per satu dengan syarat penyimpangan tidak melebihi dari dua tablet dari bobot rata-rata yang ada pada kolom A dan tidak ada tablet yang menyimpang dari bobot rata-rata yang ada pada kolom B (DepKes RI, 2020).

Tabel 3. Hasil keseragaman bobot tablet urea

Pengulangan	Rata-rata (mg)	Batas Bawah A (5%) (mg)	Batas Atas A (5%) (mg)	Batas Bawah B (10%) (mg)	Batas Atas B (10%) (mg)
1	499	474,05	523,95	449,1	548,9
2	499,25	474,29	524,21	449,325	549,175

3 499,95 474,96 524,94 449,955 549,945

Berdasarkan tabel 3 didapatkan hasil bahwa tidak ada tablet yang bobotnya melebihi batas [enyimpangan pada kolom A dan B. Sehingga disimpulkan bahwa tablet urea memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Keseragaman bobot adalah suatu metode yang digunakan sebagai derajat keragaman jumlah zat aktif dalam sediaan. Selain itu dapat juga dilakukan metode keragaman kandungan namun hal tersebut tidak dilakukan karena perbandingan zat aktif pada bobot total tablet lebih dari 25% (DepKes RI, 2020).

c. Uji kekerasan

Pada uji kekerasan tablet dilakukan untuk menguji ketahanan tablet. Jika tekanannya semakin besar maka dapat meningkatkan kekerasan tablet.

Tabel 4. Hasil uji kekerasan

Pengulangan	Rata-rata kekerasan (kg) ± SD
1	6,722±0,859
2	6,994±1,149
3	6,876±0,450

Dari hasil diperoleh bahwa hasil uji kekerasan 6,77, 6,994 dan 6,876 sehingga memenuhi persyaratan kekerasan tablet 4-10 kg (DepKes RI, 2020).

d. Uji Kerapuhan

Kerapuhan tablet (*friability*) berhubungan dengan kehilangan bobot akibat abrasi/pengikisan yang terjadi pada permukaan tablet. Pada pengujian kerapuhan dilakukan untuk mengetahui daya tahan tablet selama proses pembuatan tablet.

Tabel 5. Hasil uji kerapuhan

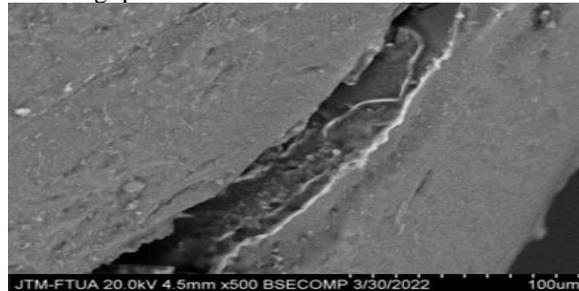
Pengulangan	Rata-rata bobot hilang (mg)	% kerapuhan
1	89,838	0,898
2	90,543	0,905
3	91,603	0,916

Hasil dari uji kerapuhan tersebut didapatkan bahwa tablet yang dibuat telah memenuhi persyaratan yaitu kurang dari 1% (DepKes RI, 2020).

3.2 Tahap karakterisasi tablet urea

a. Data pengujian morfologi permukaan tablet dengan scanning electron microscopy (SEM)

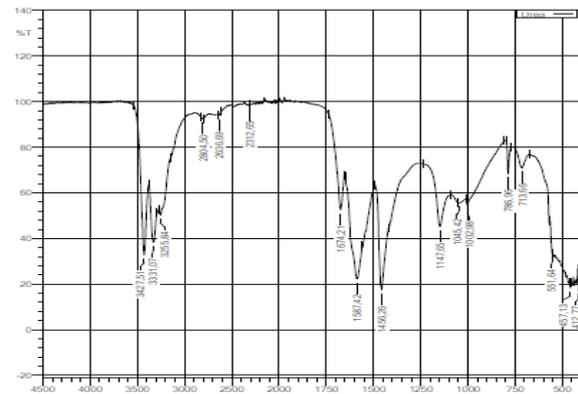
Dari hasil pemeriksaan morfologi dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah untuk tablet urea biasa dengan perbesaran 500 kali. Tujuan Analisa dengan menggunakan SEM ialah untuk mempelajari morfologi permukaan tablet urea.



Gambar 1. Mikrograf SEM

b. Uji fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

Dari spektrum FTIR sampel granul urea memiliki puncak 3427,51 dan 3331,07 yang merupakan vibrasi regangan asimetris dan simetris N-H, pada 1587,42 terdapat gugus karbonil C=O, 1456,26 terdapat vibrasi C-N, 1147,65 terdapat vibrasi N-H dan 786,96 vibrasi O-C-N-N.

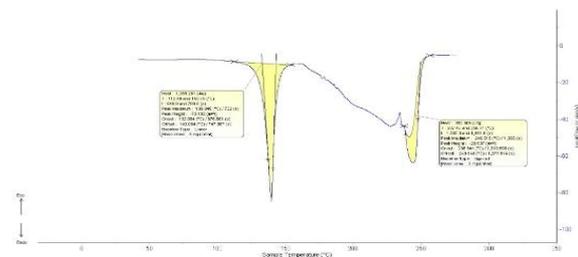


Gambar 2. Spektrum FTIR urea

Tabel 6. Data hasil spektrum FTIR

Sampel	Bilangan Gelombang (Cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
Urea	3427,51	Vibrasi regangan asimetris amida (NH)
	3331,07	Vibrasi regangan simetris amida (N-H)
	1587,42	Karbonil (C=O)
	1456,26	Vibrasi C-N
	1147,65	Vibrasi N-H
	786,96	Vibrasi O-C-N-N

c. Uji Differential Scanning Calorimetry (DSC)

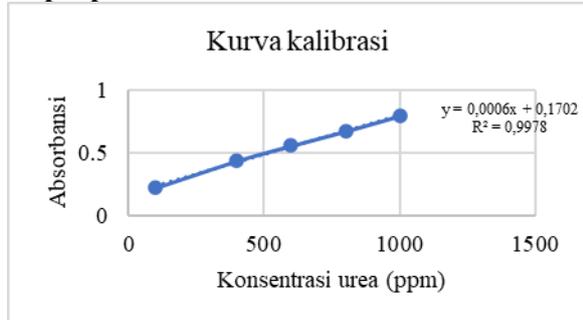


Gambar 3. Termogram urea

Uji termogravimetri ini dilakukan untuk menganalisis titik leleh dari sampel sehingga pengujian ini dapat menentukan kestabilan sampel pada suhu panas. Hasil yang diperoleh dari uji DSC yaitu kurva yang biasa disebut dengan termogram. Termogram DSC ini dapat digunakan untuk mengamati kristalisasi, mengamati fusi, oksidasi, suhu transisi gelas (Tg), dan juga reaksi kimia lainnya. Transisi kaca/gelas dapat terjadi dikarenakan suhu padatan yang ada pada amorf meningkat, sehingga sampel akan mengalami perubahan dalam kapasitas panas akan tetapi tidak terjadi perubahan terhadap fase. Transisi ini akan muncul sebagai awal dari dasar sinyal DSC yang diperoleh. Suhu kristalisasi (Tc), dimana terjadi transisi dari bentuk amorf padet ke bentuk kristal padat sehingga terjadi proses eksotermik dan dihasilkan puncak pada sinyal DSC. Ketika suhu meningkat maka sampel akan

mencapai suhu leleh (Tm) sehingga akan terjadi proses peleburan yang menghasilkan puncak endotermik yang ada dalam kurva DSC. Gambar 3. menunjukkan termogram urea yang telah disalut dengan penyalut campur polistiren pati. Pada termogram yang terlihat hanya titik lebur dari urea yaitu 136,36°C, dimana berdasarkan literatur titik leleh dari urea sekitar 132,7°C.

d. **Penentuan kadar nitrogen dalam urea dan uji pelepasan**



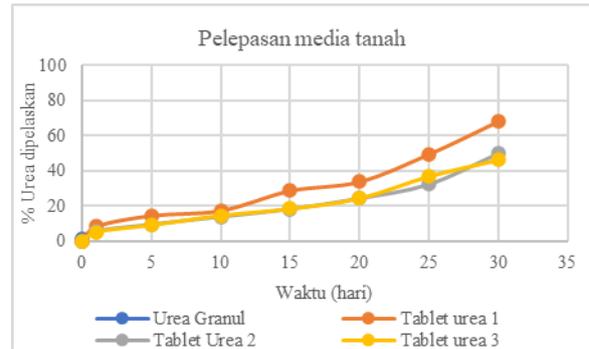
Penentuan panjang gelombang urea dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dimana pada pengerjaannya ditambahkan reagen erlich. Spektrum serapan maksimum urea ($\lambda = 435,4$ nm). Penambahan reagen erlich dilakukan karena urea merupakan zat yang tidak memiliki gugus kromofor sehingga diperlukan modifikasi struktur kimia agar zat aktif dapat menyerap sinar UV pada spektrofotometri visible. Reaksi antara erlich dan amina primer pada urea menghasilkan warna lemon kelly (*yellow-green color*). Kurva kalibrasi didapat persamaan garis lurus $y = 0,0006x + 0,1702$ dan $r = 0,9978$.

1. Pelepasan Urea media tanah

Tabel 7. Hasil pelepasan urea media tanah

Waktu (hari)	Granul urea (%)	Tablet Urea		
		Pengulangan 1 (%)	Pengulangan 2 (%)	Pengulangan 3 (%)
0	0	0	0	0
1	8,24	5,54	5,09	6,27
5	14,34	9,44	9,04	8,44
10	17,16	13,80	14,47	14,17
15	28,53	18,14	18,28	19,76
20	33,63	24,18	24,21	22,46
25	49,25	32,17	36,72	39,57
30	71,98	49,62	46,08	47,34

Berdasarkan tabel, pelepasan granul urea pada media tanah lebih cepat dibandingkan dengan tablet urea. Pada hari 1, granul urea terlepas 8,24%, sedangkan untuk tablet urea dengan hasil 3x pengulangan adalah sebesar 5,54; 5,09 dan 6,27% secara berturut-turut. Pada hari ke 30, diperoleh granul urea terlepas lebih dari 50% yaitu 71,98%; sedangkan untuk tablet urea dengan hasil 3x pengulangan adalah sebesar 49,62; 46,08 dan 47,34% secara berturut-turut. Dan pelepasan dapat juga dilihat pada Gambar 5.

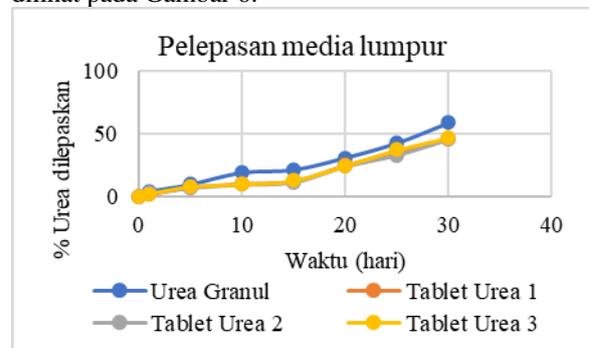


b. **Pelepasan tablet urea pada media lumpur**

Tabel 8. Lama pelepasan tablet urea pada media lumpur

Waktu (hari)	Granul urea (%)	Tablet Urea		
		Pengulangan 1 (%)	Pengulangan 2 (%)	Pengulangan 3 (%)
0	0	0	0	0
1	4,36	1,91	2,67	2,19
5	9,96	7,48	7,08	8,24
10	19,37	10,52	9,84	9,95
15	21,52	12,38	11,70	12,92
20	31,03	25,08	24,12	24,62
25	42,73	35,64	33,15	37,27
30	58,69	45,65	45,50	46,87

Berdasarkan tabel, pelepasan granul urea pada media lumpur lebih cepat dibandingkan dengan tablet urea. Pada hari 1, granul urea terlepas 4,36%, sedangkan untuk tablet urea dengan hasil 3x pengulangan adalah sebesar 1,91; 2,67 dan 2,19% secara berturut-turut. Pada hari ke 30, diperoleh granul urea terlepas lebih dari 50% yaitu 58,69%; sedangkan untuk tablet urea dengan hasil 3x pengulangan adalah sebesar 45,65; 45,50 dan 46,87% secara berturut-turut. Dan pelepasan dapat juga dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pelepasan media lumpur

4. **KESIMPULAN**

Penggunaan tablet urea lebih efisien dibandingkan granul urea karena dengan merubah bentuk granul urea menjadi tablet urea dapat mengurangi laju kehilangan urea, meminimalalkan dampak negatif yang berhubungan dengan penggunaan takaran yang berlebihan dan juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

5. **REFERENSI**

Adlim M, Zarlaida F, Rahmayani I dan Wardani R. 2018. Preparation and characterization natural rubber-urea-tablets coated by chitosan.

- Materials Science and Engineering. 380;012010
- Amalia D, Fajri R. 2020. Analisis Kadar Nitrogen Dalam Pupuk Urea Prill Dan Granule Menggunakan Metode Kjeldahl Di Pt Pupuk Iskandar Muda. *Quim J Kim Sains dan Terap.* ;2(1):28–32.
- Badan Standardisasi Nasional. 2010. (SNI) 2801:2010: Pupuk Urea. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Republik Indonesia.
- Camila G, Jange, Carl R. Wassgrenb, R. P. Kingsly Ambrose. 2021. Disintegration and release kinetics of dry compacted urea composites: A formulation and process design study. Elsevier. 2667-0410.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2020. Farmakope Indonesia. Edisi VI. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. p. 1756.
- Djamaan A dan Sulaiman S. 2017. *Konsep Pembuatan Pupuk Urea Lepas Lambat*. Yogyakarta: GrePublishing.
- Hartesi Barmi, Deny S, Siti C. 2020. Asetosal Tablet Formulation Using Direct Pressing Method with Pregelatinasi Potato Starch Filler. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*. Vol 6.
- Hauwa M, S. Dahiru, B. Abdulrahman, I. Abdullahi. 2019. Bio-Ethanol production from cassava (*Manihot esculenta*) waste peels using acid hydrolysis and fermentation process. *Science World Journal*. 14(2):45–50.
- Hosea Jaya,E, Karlah Lifie.R. 2020. Teknologi dan Formulasi Sediaan Padat. Lakeisha.
- Li Hong Fang, Shao-Du Anb, Luyun Zhangb, Hui Penga, Wenzhong Maa, Xiaoyu Mengb, Hai-Mu Ye. 2021. Urea fertilizer with precisely regulable slow-release performance by complexing with random copolyester. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. Elsevier. 105120.
- Minash Singh Neeraj, Kumar Hari S.L. 2017. Oral Dispersible Tablets:A Review. Volume 6, Issue 7, 544-557.
- Mulyadi, Zahrul Fuadi, Suardi. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Rumput Gajah Mini (*pennisetum purpureum* cv. Mott). *Agriflora*, Vol.2, No.1 : 35-45.
- Nanda T dan Sulaiman S. 2020. Review Excipients For Tablet Manufacturing With Direct Compression Method. *Journal Of Pharmaceutical And Sciences*. JPS [Volume 3] No. 2|JULI-DES|2020|pp. 64-76.
- Nandhini, A.N. Rajalakshmi. Dispersible Tablets: A review. 2018. *J Pharm Adv Res*, 1(3): 148-155.
- Parfati Nani dan Karina R. 2018. Sediaan Tablet Orodispersibel. Fakultas Farmasi Universitas Surabaya. Surabaya.
- Rimjhim Arora, Rathore Kamal Singh, Bharakatiya Meenakshi. 2019. An Overview on Tablet Coating. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*. 7(4):89-92.
- Soo-Young Yu, Eunyoung E. Suh, Yun-Mi Kim, Thi Anh Phuong Nguyen, Oyungoo Badamdorj, Yoonhee Seok, Soyoun Jang, Jeonghee Ahn. 2021. Tablet PC-based competency evaluation for nursing students in three Asian countries: Cross-sectional comparative study. *Nurse Education in Practice*. Elsevier
- Suardi M, Salman, Fitriani L, Suharti N, Erizal Z, Febriyenti, Aldi Y, Djamaan A. 2015. Use of *Bioblend* Polystyrene/Starch for Coating Urea Granules as Slow Release Fertilizer. *J Chem Pharm*. 7(11):478–84.
- Sulaiman S. 2015. Kajian penggunaan *Bioblend* Polistiren sebagai Penyalut Urea Lepas Lambat dengan teknik Penyalutan Semprot [tesis]. Padang: Fakultas Farmasi Universitas Andalas.
- Toor R, Beena K. 2018. New Technologies In The Formulation Of Oral Dispersible Tablets And Taste Masking: A Review. *Indian Research Journal of Pharmacy and Science*. 1288-1301.
- Weiyi Liu, Sally Price, Grant Bennett, Thomas M.R. Maxwell, Cunyi Zhao, Greg Walker, Craig Bunt. 2022. A landscape review of controlled release urea products: Patent objective, formulation and technology. *Journal of Controlled Release*. Elsevier
- Wei Q, Zhang L, Chen J, Tong Z, Zhou X, Shao, L, Wu Z, Zhan P, Wang F, Liu N, Lin H, & Dong H. 2021. Solvent-free coating of crosslinked and hydrophobic lignin-based biocomposite for slow-release fertilizer. *Polymer Testing*. 102: 107335.
- Yu Xiaolong, Li Bogang. 2019. Release mechanism of a novel slow-release nitrogen fertilizer. *Particuology*. 1674-2001.