

PENGARUH PENAMBAHAN KANTONG PLASTIK TERHADAP KARAKTERISTIK SEKAM PADI

Muhammad Anshar¹, Dahlang Tahir², dan Makhrani²

¹*Teknik Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung pandang, Makassar, Indonesia*

²*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNHAS Makassar, Indonesia*

ABSTRACT

This research is done by the addition of plastic bag (PB) to the characteristics of rice husk (RH) as fuel in power plant. Testing of rice husk characteristics was done by adding plastic bag material in rice husk material about 10% and 30%. Further proximate and ultimate analysis and Thermografimetrik test at temperature from 30 - 800°C, 10°C / min heating rate range, nitrogen flow rate about 50 ml / min. The dehydration process takes place at a temperature of 40 - 100°C, while for thermal degradation processes occurs at a temperature of 200 - 340°C, 400-500°C, and 580 - 670°C. The activation energy and heating values of R9P1 and R7P3 increased significantly with the addition of PB about 10% and 30%. It was concluded that the addition of PB and RH in the co-pyrolysis process showed better improvement in the characteristics of rice husk fuel compared to the original state.

Keywords: *Rice husk, Plastic bag, Co-pyrolysis, Thermogravimetric Analysis*

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2011, konsumsi bahan bakar fosil di Indonesia mencapai sekitar 95%. Penggunaan minyak, batu bara, dan gas mencapai sekitar 49,5%, 26% dan 20,4% dari total energy, berturut-turut. Pemanfaatan sumber energi fosil tersebut akan habis sekitar 23, 55, dan 83 tahun dari tahun 2011, berturut-turut. Saat yang sama, ketersediaan energi listrik di Indonesia masih kurang. Rasio elektrifikasi di Indonesia baru mencapai sekitar 72,95%, yang berarti bahwa masih ada 27,05% rumah tangga yang belum menerima listrik, terutama di daerah terpencil [1]. Kondisi ini perlu diantisipasi dengan memanfaatkan energi terbarukan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tanpa bergantung pada energy fosil.

Potensi residue pertanian dan MSW cukup besar, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Pada tahun 2010, potensi sekam padi (RH) sekitar 13 juta ton dengan potensi energi sekitar 195,000,000 TJ [2]. Sementara itu, potensi sampah padat plastik (PSW) sekitar 693 ton dengan potensi energi sekitar 28.752.528 MJ, setara dengan 1.065 ton batubara atau 593 ton minyak [3]. PSW, khusus kantong plastik (PB) terbuat dari high density polyethylene (HDPE) dan memiliki energi yang besar dengan nilai kalori (CV) sekitar 41,2 MJ/kg. Nilai ini adalah dalam kisaran 39.030 - 41.500 MJ/kg [4], sedangkan CV dari RH sekitar 13,44 MJ / kg adalah dalam kisaran 13 - 16 MJ / kg [5]. Berdasarkan CV dan potensi bahan bakar, studi co-pirolisis dan co-oksidatif dilakukan untuk menentukan kelayakan penerapan PB dan RH sebagai bahan bakar alternatif pada pembangkit listrik melalui co-pembakaran.

Beberapa studi sebelumnya telah dilakukan tentang co-pirolisis dan co-oksidatif PB dan RH sebagai sumber energy [6-9][6-10]. Sebuah analisa termogravimetri digunakan untuk mempelajari reaksi degradasi, mekanisme kinetika, dan pembakaran biomassa. Studi pirolisis dan oksidatif MSW telah dikenal untuk menyediakan sumber daya energi alternatif dan bahan baku kimia. Metode co-pyrolysis and co-oxidative telah mendapat banyak perhatian karena metode ini memiliki potensi dalam mengurangi volume sampah, pemulihan berbagai bahan kimia dan sebagai pengganti bahan bakar fosil [10]. [11]. co-pyrolysis and co-oxidative RH dengan campuran PB sekitar 10%, 30%, 50%, diperoleh melalui perlakuan panas pada berbagai suhu dan jangka waktu.

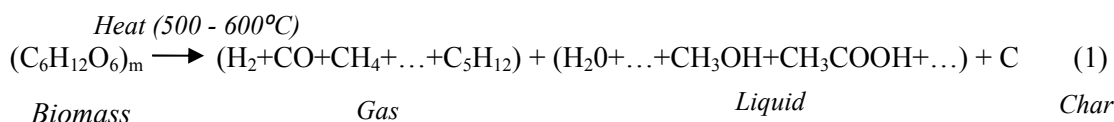
2. METODE PENELITIAN

PB dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, sedangkan RH dikeringkan selama 7 jam, sebagaimana penelitian sebelumnya [11-12] [12-13]. Campuran PB dan RH disaring untuk memperoleh ukuran homogen dalam kisaran 0,125 - 0,3 mm seperti pada penelitian sebelumnya [13-15]. Sampel dicampur dengan rasio massa, yaitu: 90% RH + 10% PB (R9P1), 70% RH + 30% PB (R7P3), dan 50% RH + 50% PB (R5P5).

¹ Korespondensi: m.anshar60@yahoo.com

Pengujian karakteristik sampel bahan bakar dilakukan dengan analisis proksimate dan ultimate. Analisis proksimat sampel dilakukan untuk menentukan kadar air, zat terbang, karbon tetap, dan kadar abu dalam sampel bahan bakar. Selanjutnya, analisis ultimate dilakukan untuk mengetahui komponen kimia dari sampel, misalnya: karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen. CV diperoleh dengan menggunakan *bomb calorimeter*, model IKA C 2000, according to DIN 51900 methods. Proximate analysis sampel dilakukan menurut metode standar, yaitu: ASTM D3175 for volatile matters, ASTM D 3172 for fixed carbon, ASTM D3173 for moisture content and ASTM D3174 for ash, as in previous studies [16-18]. Selanjutnya, ultimate analysis of the samples was done according to standard methods, i.e. ASTM D 4239 for sulfur, ASTM D 3176 for oxygen and ASTM D 5373 for carbon, hydrogen and nitrogen.

Analisis termogravimetri dilakukan menggunakan TGA/SDTA851-Mettler Toledo untuk menganalisis study co-pirolisis dan co-oksidatif. Tingkat pemanasan (heating rates) dilakukan pada 10°C/menit dari range temperature 30 -800°C dalam jangka waktu 0-82 menit. Proses co-pirolisis menggunakan laju aliran nitrogen sekitar 50 ml/menit, dan massa sampel 5,4 - 5,6 mg. Sedangkan proses co-oksidatif digunakan laju aliran udara sekitar 50 ml/menit dan massa sampel sekitar 5,5 - 5,8 mg, sebagaimana beberapa studi sebelumnya [6-9, 19-21]. Proses dehidrasi dan degradasi termal pada proses co-pirolisis dan co-oksidatif dianalisis dengan kurva TGA dan DTG dengan menggunakan software sma4wine.exe. Degradasi termal pada proses pirolisis biomassa berlangsung sempurna pada range temperature 500 - 600°C dan menghasilkan gas, cair, dan arang [22], seperti pada persamaan (1):



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis proksimat dan ultimate disajikan pada Tabel 1 yang menunjukkan parameter karakteristik bahan bakar. Nilai kalor (CV) sekam padi (RH) sekitar 13,44 MJ/kg; penambahan PB sekitar 10%, 30% dan 50% ke dalam RH meningkatkan CV dari R9P1, R7P3, dan R5P5 sekitar 17.85 MJ / kg, 23,97 MJ / kg dan 28,93 MJ /kg, berturut-turut. Sementara itu, zat terbang (VM), karbon (C) dan hidrogen (H) meningkat dengan meningkatnya persentase PB dalam RH. CV menunjukkan korelasi positif dengan C, H dan VM bahan bakar. Sebaliknya, persentase oksigen (O), sulfur (S), nitrogen (N), karbon tetap (FC), kadar air (MC) dan abu menurun dengan meningkatnya persentase PB. Dalam kasus ini, CV memiliki korelasi negatif dengan FC, MC, O, N dan abu dari bahan bakar. Sifat fisik bahan bakar tergantung pada kandungan CV dan MC, abu yang mempengaruhi proses pembakaran. Dalam proses pembakaran, CV diharapkan mencapai nilai maksimum sedangkan MC dan kadar abu diharapkan mencapai nilai minimum. Energi dan daya yang dapat dihasilkan tergantung pada kandungan CV dalam bahan bakar.

Table 1. Hasil pengujian calorific value, proximate and ultimate analysis of RS dan PB

No.	Parameters	Unit	RH	R ₉ P ₁	R ₇ P ₃	PB
1	Calorific value	(MJ/kg)	13.44	17.85	23.97	41.21
2	Proximate Analysis					
	a. Fixed carbon	(%)	14.81	13.62	10.89	0.72
	b. Volatile matter	(%)	55.62	58.65	65.21	89.04
	c. Moisture content	(%)	10.46	9.68	7.53	0.22
	d. Ash	(%)	19.11	18.05	16.37	10.02
3	Ultimate Analysis					
	e. Carbon	(%)	37.48	40.21	47.00	67.49
	f. Hydrogen	(%)	5.08	5.82	7.10	10.25
	g. Oxygen	(%)	37.81	35.45	29.13	11.92
	h. Nitrogen	(%)	0.43	0.38	0.31	0.26
	i. Sulfur	(%)	0.09	0.09	0.09	0.06
	j. Ash	(%)	19.11	18.05	16.37	10.02

Penambahan PB di dalam RH dapat meningkatkan CV dan VM. Sebaliknya, menurunkan MC, S, N dan abu. VC yang tinggi dalam dapat meningkatkan dan memperbaiki kualitas proses pembakaran [27]. Penurunan kandungan N akan mengurangi emisi NO_x di udara, sementara penurunan S dapat mengurangi atau meminimalkan polusi dan korosi. Karakteristik penting yang dibutuhkan dalam proses pembakaran bahan bakar adalah volatilitas tinggi, abu dan MC rendah. Kadar abu yang tinggi dapat mempengaruhi laju dan proses pembakaran sehingga mengakibatkan penurunan energy dan pembakaran miskin. Selain itu, meningkatkan biaya penanganan untuk proses dan pembuangan abu. Kandungan MC yang tinggi akan memperburuk sifat kimia bahan bakar dan mempersulit proses pembakaran [17].

Hasil pirolisis dari RH, PB dan co-pyrolysis R9P1, R7P3 dapat dilihat dari kurva TGA dengan menggunakan software *sm4wine*. Hasil analisa termogravimetri menunjukkan bahwa proses pirolisis RH dan PB terjadi proses degradasi dalam dua zona yang berbeda. RH terjadi pada suhu dari 40 - 100°C (proses dehidrasi) dan 250 - 390°C (proses degradasi termal). Sedangkan proses degradasi termal PB terjadi pada suhu dari 380 - 500°C dan 620 - 680°C tanpa terjadi proses dehidrasi karena PB adalah bahan non-polar. Dalam proses co-pirolisis R9P1 dan R7P3, proses dehidrasi terjadi pada suhu dari 40 - 100°C, proses degradasi terjadi pada temperature dari 240 - 390°C dan 410 - 510°C.

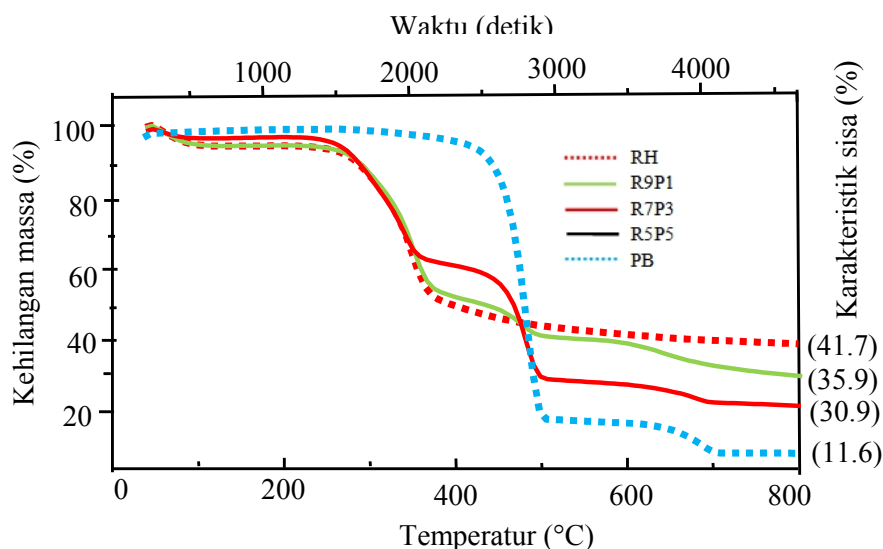
Tabel 2 menunjukkan proses pirolisis RH, dimana proses dehidrasi pada zona 1 (DPZ 1) terjadi pada suhu 40 - 100°C dengan kerugian massa sekitar 5,5%. Dalam hal ini, kadar air dari RH telah dihilangkan sekitar 5,5% oleh proses pemanasan. Proses degradasi termal pada zona 2 (TDZ 2) terjadi pada suhu 250 - 390°C dengan kehilangan massa sekitar 52,8% untuk menghasilkan energi. Dengan demikian, massa yang tersisa dari residu adalah sekitar 41,7% yang terdiri dari cairan dan arang. Dalam proses co-pyrolysis R9P1, R7P3, dan R5P5, TDZ 2 terjadi pada range suhu 250 - 390°C dan kerugian massa sekitar 42,5% dan 35,8%, berturut-turut, dan menghasilkan energi. Pada zona ini, jumlah kerugian massa (energi yang dilepaskan) berbanding terbalik dengan persentase PB dalam RH. Hal ini berbeda dengan proses TDZ 3, di mana kehilangan massa (energi yang dilepaskan) dari R9P1 dan R7P3 berbanding lurus dengan persentase PB dalam RH, yaitu sekitar 11,4% dan 22%, masing-masing dan terjadi pada range suhu 420 - 510°C. Proses TDZ 4 terjadi pada suhu dari 580 - 730°C dan 600 - 660°C, dengan hilangnya massa sekitar 5,2% dan 4,4%, berturut-turut. Dalam kondisi ini, komponen RH mengalami proses degradasi termal secara sempurna, sedangkan komponen PB mulai menurun pada suhu dari 420 - 510°C, bersama dengan hilangnya massa sekitar 11,4% dan 22,0% dari R9P1 dan R7P3, masing-masing. Untuk kasus ini, tampak bahwa kandungan PB yang lebih besar dalam RH, massa yang hilang juga lebih besar. Dalam zona 4, tampak bahwa semakin besar kandungan PB dalam bahan bakar, semakin besar massa yang hilang itu menimbulkan. Secara total, co-pirolisis R9P1 dan R7P3 kehilangan massa terjadi sekitar 64,1% dan 66,7%. Oleh karena itu, residu arang yang dihasilkan adalah sekitar 35,9% dan 33,3%. Hal ini menunjukkan kadar abu yang lebih kecil dengan meningkatnya persentase PB dalam bahan bakar. Karakteristik ini menunjukkan bahwa penggunaan R9P1 dan R7P3 sebagai bahan bakar membutuhkan suhu pembakaran minimum dari 580 - 730°C. Penambahan PB memiliki pengaruh signifikan pada karakteristik R9P1 dan R7P3 yang berbeda dari karakteristik RH.

Table 2. Parameter hasil studi kinetic pada proses pyrolysis

Fuel	SM (mg)	DPZ 1		TDZ 2		TDZ 3		TDZ 4		Char residues (%)
		ML (%)	T (°C)	ML (%)	T (°C)	ML (%)	T (°C)	ML (%)	T (°C)	
RH	5.6	5.5	40 - 100	52.8	250 - 380	-	-	-	-	41.7
R ₉ P ₁	5.4	4.8	40 - 100	42.5	250 - 390	11.4	420 - 490	5.2	580 - 680	35.9
R ₇ P ₃	5.5	4.5	40 - 100	35.8	260 - 390	22.0	420 - 510	4.4	600 - 660	33.3
PB	5.6	-	-	79.7	380 - 500	8.8	620 - 680	-	-	11.6

Berdasarkan analisis data, co-pirolisis menunjukkan konten yang lebih besar dari plastik dalam sampel, menghasilkan besar dan meningkatkan energi aktivasi dan residu yang semakin kecil. Hal ini disebabkan plastik memiliki nilai kalori dan zat terbang besar dengan residu abu kecil. Namun, proses co-oksidatif menghasilkan kehilangan massa dan energi aktivasi lebih besar, dan residu abu yang lebih kecil dari

proses co-pirolisis. Hal ini disebabkan proses reaksi co-oksidatif terjadi dalam dua tahap, di mana pada tahap kedua, char menjalani proses oksidasi menghasilkan gas dan abu [7], sebagai persamaan (3) dan (4). Gas menghasilkan energi aktivasi dan residu abu dengan persentase yang lebih kecil dari residu arang proses co-pirolisis. Karakteristik sekam padi dengan penambahan kantong plastic pada proses pyrolisis secara jelas disajikan pada Gambar 1. Tampak bahwa semakin tinggi prosentase penambahan plastik kedalam selam padi maka semakin kecil residu arang yang dihasilkan. Demikian pula terjadi penurunan massa yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas bahan bakar semakin baik karena menghasilkan energy yang lebih besar dan residua rang yang lebih kecil.



Gambar 1. Kurva TGA RH, R₉P₁, R₇P₃ dan PB pada co-pyrolisis dengan peningkatan suhu 10°C/menit, degradasi suhu 30-800°C, dan tingkat pengaliran nitrogen 50 ml/menit

4. KESIMPULAN

Karakteristik termal dari RH co-pirolisis dan co-oksidatif dengan PB menunjukkan peningkatan energi aktivasi, nilai kalor, zat terbang, dan kandungan karbon. Sebaliknya, abu, nitrogen, sulfur, dan kelembaban menunjukkan penurunan. Penambahan sekitar 10%, 30%, dan 50% PB ke RH meningkatkan energi aktivasi dan nilai kalor dari R9P1, R7P3, dan R5P5, secara signifikan. Co-pirolisis R9P1, R7P3, dan R5P5 menghasilkan residu dari sekitar 30,9-35,9%, yang lebih besar dari rekan-oksidatif residu (21-26,1%). Degradasi termal dari co-pirolisis terjadi dalam tiga tahapan proses, sedangkan oksidatif terjadi dalam dua tahap kecuali pada R5P5, dengan 3 tahap. Energi aktivasi yang dihasilkan oleh co-oksidatif lebih besar dari energi aktivasi oleh co-pirolisis. Co-pirolisis dan co-oksidatif hasil RH dan PB acara kelayakan dalam pelaksanaan co-pembakaran sebagai sumber energi alternatif, yang diharapkan menjadi solusi dalam mengatasi kekurangan energi listrik serta mengurangi penggunaan batu bara dan isu-isu dalam menangani MSW dan PSW.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Directorate of Energy and Minerals Resources, Alignment of National Energy Policy (KEN) with the General Plan National Energy (RUEN), Policy paper. 2012.
- [2] Directorate of Energy and Minerals Resources (2012). "Alignment of National Energy Policy (KEN) with the General Plan National Energy (RUEN)." Policy paper.
- [2] Anshar, M., Ani, F. N., and Kader, A. S., Potential surplus of rice straw as a source of energy for rural communities in Indonesia, Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications, Switzerland. 695 (2015) 806-810.
- [3] Anshar, M., Ani, F. N., and Kader, A. S., The potential energy of plastic solid waste as alternative fuel for power plants in indonesia, Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications, Switzerland. 699 (2015) 595-600.
- [4] C-Tech Innovation Ltd., Thermal methods of municipal waste treatment, Programme on Sustainable Resource Use. 2003.
- [5] Rozainee, M., Ngo, S. P., Salema, A. A., and Tan, K. G., Fluidized bed combustion of rice husk to produce amorphous siliceous ash, Energy for Sustainable Development. 12 (2008) 33-42.

- [6] Said, M. M., John, G. R., and Mhilu, C. F., Thermal characteristics and kinetics of rice husk for pyrolysis process, *International Journal of Renewable Energy Research*. 4 (2014) 1-4.
- [7] Shen, D. K., Gua, S., Luo, K. H., Bridgwater, A. V., and Fang, M. X., Kinetic study on thermal decomposition of woods in oxidative environment, *Fuel*. 88 (2009) 1024–1030.
- [8] Chattopadhyay, J., Kim, C., Kim, R., and Pak, D., Thermogravimetric characteristics and kinetic study of biomass co-pyrolysis with plastics, *Korean J. Chem. Eng.* 25 (2008) 1047-1053.
- [9] Gai, C., Dong, Y., and Zhang, T., The kinetic analysis of the pyrolysis of agricultural residue under non-isothermal conditions, *Bioresource Technology*. 127 (2013) 298–305.
- [10] Yuan, S., Dai, Z.-h., Zhou, Z.-j., Chen, X.-l., Yu, G.-s., and Wang, F. C., Rapid co-pyrolysis of rice straw and a bituminous coal in a high-frequency furnace and gasification of the residual char, *Bioresource Technology*. 109 (2012) 188–197.
- [11] Xie, Z., and Ma, X., The thermal behaviour of the co-combustion between paper sludge and rice straw, *Bioresource Technology*. 146 (2013) 611–618.
- [12] Chen, D., Zheng, Y., and Zhu, X., In-depth investigation on the pyrolysis kinetics of raw biomass. Part I: Kinetic analysis for the drying and devolatilization stages, *Bioresource Technology*. 131(2013) 40–46.
- [13] Huang, Y. F., Kuan, W. H., Lo, S. L., and Lin, C. F., Total recovery of resources and energy from rice straw using microwave-induced pyrolysis, *Bioresource Technology*. 99 (2008) 8252–8258.
- [14] Calvo, L. F., Otero, M., Jenkins, B. M., Mora ´n, A., and Garc ´ıa, A. I., Heating process characteristics and kinetics of rice straw in different atmospheres, *Fuel Processing Technology*. 85 (2004) 279– 291.
- [15] Sait, H. H., Hussain, A., Salema, A. A., and Ani, F. N., Pyrolysis and combustion kinetics of date palm biomass using thermogravimetric analysis, *Bioresource Technology*. 118 (2012) 382–389.
- [16] Maiti, S., Dey, S., Purakayastha, S., and Ghosh, B., Physical and thermochemical characterization of rice husk char as a potential biomass energy source, *Bioresource Technology*. 97 (2006) 2065–2070.
- [17] Kumar, S., and Singh, R. K., Pyrolysis kinetics of waste high-density polyethylene using thermogravimetric analysis, *International Journal of ChemTech Research*. 6 (2014) 131-137.
- [18] Adrados, A., de Marco, I., Caballero, B. M., L´opez, A., Laresgoiti, M. F., and Torres, A., Pyrolysis of plastic packaging waste: A comparison of plastic residuals from material recovery facilities with simulated plastic waste, *Waste Management*. 32 (2012) 826-832.
- [19] G´omez-Siurana, A., Marcilla, A., Beltran, M., Martinez, Berenguer, D., Garcia-Mart´ınez, R., and Hern´andez-Selva, T., Study of the oxidative pyrolysis of tobacco–sorbitol–saccharose mixtures in the presence of MCM-41, *Thermochimica Acta*. 530 (2012) 87– 94.
- [20] Yokoyama, S., *The Asian Biomass Handbook , A guide for biomass production and utilization the Japan Institute of Energy*. (2008).
- [21] Zhou, H., Long, Y., Meng, A., Li, Q., and Zhang, Y., The pyrolysis simulation of five biomass species by hemi-cellulose, cellulose and lignin based on thermogravimetric curves, *Thermochimica Acta*. 566 (2013) 36-43.
- [22] Chin, B. L. F., Yusup, S., Shoabi, A. A., Kannan, P., Srinivasakannan, C., and Sulaiman, S. A., Kinetic studies of co-pyrolysis of rubber seed shell with high density polyethylene, *Energy Conversion and Management*. 87 (2014) 746–753.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas kepercayaan dan alokasi dana yang diberikan untuk melaksanakan Penelitian Pascadoktor melalui Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (UPPM) Politeknik Negeri Ujung Pandang Tahun 2017.