

**POTENSI PATI DARI LIMBAH BIJI BUAH SEBAGAI BAHAN BIOPLASTIK*****The Potential of Starch from Fruit Seeds Waste as Bioplastic Material***

Muhammad Oka Ramadhan*, Jaenal Ferdiansyah Nugraha
Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri, Universitas Pendidikan Indonesia
*ramadhanoka@upi.edu

ABSTRAK

Sampah plastik menjadi tantangan global karena penggunaannya yang berlebihan. Sampah tersebut sulit diuraikan dengan total massa yang sangat besar akan berdampak buruk bagi lingkungan. Inisiatif untuk mensubstitusi plastik dengan bahan yang dapat terurai (*biodegradable*) seperti bioplastik semakin berkembang. Bioplastik umumnya berbahan dasar pati yang merupakan makanan pokok, sehingga perlu adanya alternatif sumber pati lain agar tidak mengganggu ketersediaan pangan di masa mendatang. Salah satu sumber pati non-makanan pokok adalah limbah biji dari buah-buahan. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi pati dari beberapa limbah biji buah-buahan sebagai bahan bioplastic. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah studi literatur. Hasil kajian menunjukkan adanya potensi limbah biji buah-buahan yaitu biji dari buah alpukat, nangka, durian, mangga, salak, campedak, asam, dan gayam. Pengembangan bioplastik dari limbah tersebut diharapkan dapat mengurangi sampah plastik dan limbah pangan.

Kata kunci: bioplastik, limbah biji buah-buahan

ABSTRACT

Plastic waste is a global challenge because of its excessive use. It is difficult to decipher with a very large total mass which will have a negative impact on the environment. Initiatives to substitute plastics with biodegradable materials such as bioplastics are growing. Bioplastics are generally made from starch, which is the staple food, so there is a need for alternative sources of starch so as not to interfere with food availability in the future. One of the staple sources of non-food starch is seed waste from fruits. This study aimed to identify the potential of starch from some fruit seed wastes as a bioplastic material. The method used in this study was literature review. The results showed the potential of seeds from avocado, jackfruit, durian, mango, salak, campedak, tamarind, and gayam. The development of bioplastics from this waste is expected to reduce plastic waste and food waste.

Keywords: bioplastic, fruit seed waste

PENDAHULUAN

Kelestarian alam telah menjadi tantangan yang nyata bagi makhluk hidup karena meningkatnya populasi, urbanisasi, dan standar hidup (AlQattan, 2021). Hal tersebut juga menjadi perhatian utama dengan tersematnya tiga tantangan terbesar dunia dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs): konsumsi dan produksi yang bertanggungjawab (Nomor 12), penanganan perubahan iklim (Nomor 13), menjaga ekosistem darat (Nomor 15), dan menjaga ekosistem laut (Nomor 14) (UN, 2015).

Sampah plastik menjadi salah satu masalah terbesar dunia karena penggunaannya yang berlebihan, sulit diuraikan, dan total massa yang sangat besar, membawa dampak buruk bagi lingkungan (de Moura, 2017), terutama plastik sekali pakai yang biasa digunakan untuk kemasan makanan dan hanya dapat digunakan satu kali sebelum dibuang (Giacovelli, 2018). Penggunaan plastik sebagai kemasan diperkirakan menempati proporsi terbesar dengan jumlah 49-70% dari total aplikasi plastik hingga tahun 2020 (Purwaningrum, 2016). Maka dari itu, inisiatif pembuatan plastik yang dapat terurai (*biodegradable*) atau biasa disebut sebagai bioplastik semakin menyemarak (de

Moura, 2017).

Bioplastik umumnya berbahan dasar pati dari makanan pokok atau pengganti makanan pokok seperti beras, jagung, kentang, ubi jalar, ubi kayu dengan penggunaan sekitar 66% dari total produksi bioplastik dunia (Swani, 2010). Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan riset ke arah bahan yang tidak digunakan sebagai makanan pokok atau pengganti makanan pokok agar tidak mengganggu ketersediaan pangan di masa yang akan datang.

Salah satu bagian makanan yang tidak dimakan sebagai makanan pokok dan mengandung pati adalah biji dari beberapa buah. Penelitian terdahulu telah membuktikan adanya potensi beberapa biji buah untuk dapat dijadikan sebagai bahan utama pembuatan bioplastik. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui potensi pati dari berbagai biji buah yang terbukti dapat dikembangkan menjadi salah satu bahan kemasan pangan.

LIMBAH BIJI-BIJIAN

Biji berasal dari ovulum (bakal biji) yang berada di dalam ovarium (bakal buah). Pada buah-buahan biasanya biji tidak dapat dikonsumsi secara langsung atau hanya menjadi limbah jika tidak diolah lebih lanjut. Oleh karena itu biji harus diolah lebih lanjut agar dapat bermanfaat, salah satunya dapat menjadi bahan baku bioplastik. Biji buah-buahan dapat diolah menjadi pati yang bernilai lebih tinggi dengan teknologi. Biji buah-buahan berupa pati dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik. Pati dari biji buah-buahan memiliki beberapa karakter khusus, yang mirip dengan pati yang dihasilkan dari singkong. Pati dimanfaatkan dalam industri tekstil, pengolahan pangan, produk-produk farmasi, kertas, dan industri polimer sintetik (Lawal dan Adebawale, 2005). Pati juga dapat sebagai filler, bioplastik maupun bioetanol. Untuk itu, perlu diketahui secara baik mengenai karakteristik spesifik mengenai patinya.

SAMPAH PLASTIK

Selama puluhan tahun, dunia bergantung pada polimer sintetik berbahan dasar minyak bumi atau yang biasa dikenal masyarakat dengan sebutan plastik. Plastik kini menjadi salah satu bahan yang paling banyak digunakan untuk berbagai macam aplikasi. Setiap tahunnya dunia memproduksi lebih dari 400 juta ton plastik (Geyer, 2017). Hal ini karena plastik memiliki harga yang sangat murah, mudah diproduksi, daya tahan yang kuat, kepadatan yang rendah, dan tampilannya yang estetik. Di level nasional, produksi sampah plastik menunjukkan tren yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk (Dokhikah, 2015). Kontribusi sampah plastik terhadap produksi sampah nasional mencapai 15% dengan pertumbuhan rata-rata 14,7% per tahun sehingga sampah plastik menjadi kontributor sampah kedua setelah sampah organik (Kholidah, 2018).

Sebanyak 36% produksi plastik dunia merupakan kemasan plastik sekali pakai antara lain, kemasan makanan, tas belanjaan, peralatan makan, botol, sedotan, cangkir, dan banyak lagi dan menyumbang 47% sampah plastik yang dihasilkan secara global. Oleh karena itu, plastik saat ini menjadi polutan paling umum dan persisten jumlahnya di dunia. Pada akhirnya, plastik didaur ulang menjadi benda lain, dibakar dengan cara dibakar, ditimbun, dibuang, atau dibuang di lingkungan. Jika pola konsumsi saat ini tidak berubah dan pengembangan bahan alternatif ramah lingkungan tidak dilakukan, akan ada sekitar 12 miliar ton plastik terbuang di TPA dan lingkungan pada tahun 2050 (Geyer, 2017). Hal ini menjadi bagian dari ekosistem alam membawa milyaran dampak negatif terhadap lingkungan baik di darat maupun di bawah air. Meski pencegahan sampah plastik menjadi prioritas, namun mengurangi penggunaan plastik tentunya tidak mudah. Oleh karena itu para peneliti, kebijakan, dan industri saat ini mencoba mengembangkan bahan alternatif baru yang dapat terurai secara hayati dan ramah lingkungan.

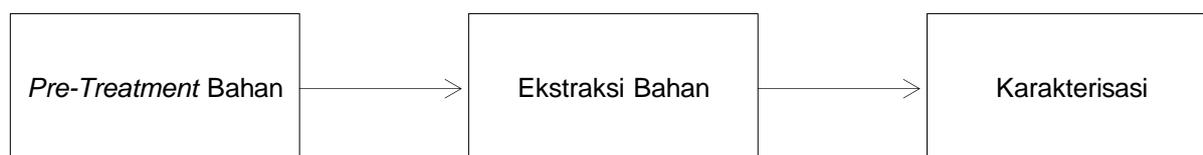
BIOPLASTIK

Polimer *biodegradable* atau yang biasa dikenal dengan bioplastik terbuat dari bahan yang berasal dari senyawa organik. Bioplastik dapat diurai oleh lingkungan dengan bantuan mikroorganisme dan air (Chen, 2014). Plastik *biodegradable* yang berbahan dasar tepung atau pati dapat didegradasi oleh bakteri pengurai dengan memutus rantai polimer menjadi monomer-

monomernya. Hasil penguraian oleh bakteri pengurai tersebut akan membantu meningkatkan unsur hara dalam tanah. Senyawa-senyawa hasil penguraian polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain berupa senyawa asam organik dan aldehid yang aman bagi lingkungan. (Coniwanti, 2014)

Berdasarkan bahan bakunya, bioplastik terbagi menjadi dua kelompok, pertama dengan bahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bio-aktif yang bersifat *biodegradable*, kedua adalah dengan keseluruhan bahan baku berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) seperti dari bahan tanaman pati, kitin, dan selulosa (Reddy, 2012).

Metode pembuatan bioplastik dapat berbeda tergantung bahan, karakteristik produk, dan berbagai konfigurasi produk, namun berdasarkan penelitian terdahulu, gambar 1 dapat merangkum proses utama pembuatan bioplastic.



Gambar 1. Proses umum pembuatan bioplastik (Ramadhan, 2020)

Pre-treatment merupakan proses seperti penggilingan, pengeringan, dan proses hidrolisis bahan. Tidak semua bagian limbah dapat digunakan dalam proses pembuatan bioplastik, seperti hanya mengekstrak pati atau selulosanya saja. Bagian terpenting ialah karakterisasi bahan agar menyerupai plastik seperti penambahan *plasticizer*, senyawa penghilang bau, dan material biologis lainnya (Ramadhan, 2020). Potensi pati dari beberapa limbah biji buah tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Potensi Pati dari beberapa Limbah Biji Buah sebagai Bahan Bioplastik

No	Pati dari Biji	Tujuan	Bahan dan Metode	Hasil	Referensi
1	Alpukat	Biji alpukat mengandung pati sebesar 80,1% dengan kadar amilosa 43,3% dan amilopektin 36,8%. Kandungan pati yang tinggi pada biji alpukat memungkinkan untuk biji alpukat digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan dan sorbitol terhadap	Biji alpukat dibuat menjadi pati, Pembuatan bioplastic dengan faktor pertama yaitu volume sorbitol dengan konsentrasi 70% yang terdiri dari 3 variasi sebanyak (2,5 ; 2 ; dan 1,5 mL) dan faktor kedua yaitu berat kitosan yang terdiri dari 3 variasi sebanyak 0,5 ; 1 ; dan 1,5) gram. Pendiaman dalam suhu ruang selama 5 hari	Penambahan kitosan dan sorbitol berpengaruh terhadap karakteristik plastik. Uji kualitas kuat tarik terbaik pada plastik dengan komposisi massa kitosan 1,5 gram dan sorbitol 1,5 mL sebesar 1,55 Mpa. Persentase elongasi terbaik pada plastik dengan komposisi kitosan 0,5 gram dan Sorbitol 2,5 mL yakni sebesar 3,38%. Kemampuan biodegradasi terbaik pada plastik dengan	(Handayani, 2020)

No	Pati dari Biji	Tujuan	Bahan dan Metode	Hasil	Referensi
		karakteristik bioplastik yakni nilai kuat tarik, elongasi, dan degradasi plastik		komposisi kitosan 0,5 gram dan sorbitol 25 mL yakni selama 6 hari.	
2	Nangka	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Kalsium Karbonat (CaCO ₃) sebagai penguat terhadap karakteristik bioplastik pati biji nangka dengan pemlastis gliserol.	Bioplastik dibuat dengan metode cetak tuang dengan pati seberat 5 gram dan variasi penambahan CaCO ₃ sebesar 0%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11% dari massa pati.	Uji kuat tarik tertinggi didapatkan dari penambahan CaCO ₃ 6% sebesar 30,58 MPa. Nilai elongasi tertinggi didapatkan dari penambahan CaCO ₃ 11% sebesar 20,84%. Pada pengujian ketahanan air, semakin besar penambahan CaCO ₃ semakin besar juga penyerapan airnya. Penambahan CaCO ₃ 11% memiliki penyerapan air paling tinggi sebesar 49,948%. Penambahan CaCO ₃ yang semakin besar mempercepat proses degradasi sampel bioplastik. Bioplastik dengan kandungan CaCO ₃ 11% memiliki persen kehilangan massa paling besar yaitu 38,64% dengan waktu penyimpanan 28 hari.	(Kurniawan, 2019)
3	Durian	Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh banyaknya penambahan gliserol dan CaCO ₃ pada tepung biji durian dalam pembuatan plastik <i>biodegradable</i>	Plastik <i>biodegradable</i> dibuat dengan melarutkan tepung biji durian dengan aquades ditambah dengan gliserol dan CaCO ₃ . Selanjutnya variasi rasio CaCO ₃ (0 gram, 0,5 gram, 1 gram, dan 1,5	Sifat mekanik film plastik yang terbaik adalah sampel 25% gliserol, 1,5gram CaCO ₃ dengan nilai kuat tarik 0,71 MPa. Elongasi yang terbaik adalah pada sampel 5 gram pati, 55% gliserol, tanpa penambahan CaCO ₃ adalah 16,3%.	(Haryati, 2017)

No	Pati dari Biji	Tujuan	Bahan dan Metode	Hasil	Referensi
			gram) dengan gliserol (25%, 35%, 45%, dan 55% dari berat tepung biji durian). Karakteristik <i>biodegradable</i> ditandai dengan adanya uji biodegradasi, uji kuat tarik dan elongasi	Berdasarkan standar kuat tarik moderate properties yaitu sebesar 1-10 MPa. Persen elongasi sudah memenuhi standar moderate properties yaitu 10-20%, Film plastik terdegradasi di dalam tanah selama 14 hari.	
4	Mangga	untuk memahami pengaruh nanopartikel ZnO sebagai pengisi dan etilen glikol sebagai pemlastis pada bioplastik biji mangga seperti kuat tarik, perpanjangan putus, Scanning Electron Microscope (SEM) dan FTIR.	Tepung biji mangga ukuran 5 gram, dengan variasi massa pengisi seng oksida 0; 3; 6 dan 9% (wt) dan ethylene glycol 0; 20; 25; 30 dan 35% (wt). Film bioplastik dianalisis sifat mekaniknya meliputi tarik kekuatan, perpanjangan putus, SEM dan FTIR.	Jumlah pati dalam 100 gram biji mangga adalah 43,2%. Optimal hasil diperoleh dengan konsentrasi filler ZnO nanopartikel 6% dan plasticizer etilen glikol sebesar 25% dengan kuat tarik 3,78 MPa dan elongasi 2,23%. Penambahan filler dan plasticizer memberikan hasil morfologi permukaan yang lebih baik dan dispersi dalam bioplastic.	(Lubis, 2020)
5	Salak	Mengetahui pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap kualitas bioplastik, serta mengetahui formulasi yang tepat pembuatan pati bioplastik dari biji salak dan singkong	Bahan yang digunakan Pati singkong, Pati biji salak, Sorbitol, Gliserol, Aquadest, Asam asetat. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu penambahan faktor pertama sorbitol (1, 2, dan 3 mL) dan faktor kedua	Variasi penambahan sorbitol dan gliserol sangat mempengaruhi karakteristik bioplastik. Terdapat perbedaan hasil karakteristik bioplastik dari penggunaan sorbitol dan gliserol. Beberapa formulasi yang sesuai untuk menguji pembuatan biji salak dan singkong	(Pratama, 2020)

No	Pati dari Biji	Tujuan	Bahan dan Metode	Hasil	Referensi
			penambahan gliserol (1, 2, dan 3 mL), setiap percobaan diulangi sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji sidik ragam pada jenjang nyata 0,05.	pati bioplastik adalah tahan air terbaik 96,19% menggunakan sorbitol plasticizer 2 mL, ketebalan terbaik 0,33 mm menggunakan sorbitol plasticizer 1 mL, kekuatan tarik terbaik 68,93 kg/cm ² menggunakan plasticizer gliserol 2 mL, pemanjangan terbaik 5,88% menggunakan plasticizer gliserol 3 mL.	
6	Cempedak	Mengetahui pengaruh penambahan kitosan pada pembuatan bioplastik dari pati biji cempedak	Pembuatan bioplastik dapat dilakukan dengan bahan pati, kitosan, gliserol, asam asetat, dan akuades. Metode pembuatan bioplastik yang digunakan adalah pemanasan selama 30 menit pada suhu 80°C. Variabel yang digunakan yaitu variasi massa pati dan kitosan 1:1 ; 1:2 ; dan 1:3.	Berdasarkan hasil uji daya serap air rasio massa pati dan kitosan 1:1 memiliki daya serap yang paling kecil sebesar 23,94% dan untuk hasil uji biodegradasi rasio massa pati dan kitosan 1:3 mengalami degradasi dengan cepat sebesar 35,17%.	(Santoso, 2019)
7	Asam	Menentukan konsentrasi optimum kitosan terhadap karakteristik bioplastik yang terbuat dari pati biji asam jawa (<i>Tamarindus Indica</i> L).	Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, aluminium foil, asam asetat glasial (CH ₃ COOH) 100% Merck KGaA, aquades (H ₂ O), gliserol (C ₃ H ₈ O ₃), kitosan dan pati biji asam. Metode	Konsentrasi optimum kitosan terhadap ketebalan yaitu kitosan 0% nilai ketebalan 0.12 mm. Nilai kuat tarik pada kitosan 4% yaitu 27.62 MPa. Nilai elongasi pada kitosan 0% yaitu 33.8% . Nilai ketahanan air pada kitosan 4% yaitu	(Nahir, 2017)

No	Pati dari Biji	Tujuan	Bahan dan Metode	Hasil	Referensi
			penelitian dengan Uji fisik yang dilakukan meliputi uji ketebalan, uji kuat tarik dan elongasi, uji ketahanan air dan analisis gugus fungsi (FTIR).	74%. Hasil analisis gugus fungsi (FTIR) terdapat gugus O-H karbonil dan C-O ester yang mengindikasikan plastik mudah terdegradasi oleh alam.	
8	Gayam	mengetahui pengaruh konsentrasi gliserol terhadap laju degradasi bioplastik dan pengaruh lama waktu degradasi terhadap laju degradasi bioplastik degradable.	Objek penelitian ini adalah biji buah gayam sebagai bahan baku utama sebanyak 4kg. Untuk membantu mengetahui data yang diperoleh berpengaruh secara nyata atau tidak dilakukan analisis SPSS menggunakan varian 2 arah atau two-way ANOVA.	Konsentrasi gliserol berpengaruh terhadap laju degradasi bioplastik dengan angka probabilitas lebih kecil dari 0,05 yakni sebesar 0,00 dan Lama waktu degradasi berpengaruh terhadap laju degradasi bioplastik dengan angka probabilitas lebih kecil dari 0,05.	(Ruslan, 2018)

KESIMPULAN

Bioplastik terbuat dari bahan yang berasal dari senyawa organik, salah satunya adalah pati. Hasil penelitian menunjukkan adanya potensi beberapa limbah biji buah diantaranya buah alpukat, nangka, durian, mangga, salak, campedak, asam, dan gayam. Pengembangan bioplastik dari beberapa limbah biji buah-buahan dapat mengurangi sampah plastik dan limbah pangan disaat yang bersamaan demi menjaga kelestarian alam.

DAFTAR PUSTAKA

- AlQattan, N., Acheampong, M., Jaward, F. M., Ertem, F. C., Vijayakumar, N., & Bello, T. (2018). Reviewing the potential of Waste-to-Energy (WTE) technologies for Sustainable Development Goal (SDG) numbers seven and eleven. *Renewable Energy Focus*, 27, 97-110.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Pendidikan Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Chen Y. J. (2014) Bioplastics and their role in achieving global sustainability. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(1), 226–231.
- Coniwanti, P., Linda L, dan Mardiyah R.A. (2014). Pembuatan Film Plastik *Biodegradable* dari Pati Jagung Dengan Penambahan Khitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 20(4), 22-30.
- de Moura, I. G., de Sá, A. V., Abreu, A. S. L. M., & Machado, A. V. A. (2017). Bioplastics from agro-wastes for food packaging applications. In *Food Packaging* (pp. 223-263). Academic Press.
- Dhokhikah, Y., Trihadiningrum,, Y., Sunaryo, S. (2015). Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 153-162
- Elean, S., Saleh, C., & Hindryawati, N. (2018). The Manufacture Of *Biodegradable* Film From

- Cempedak Seed Starch And Carboxy Methyl Cellulose With The Addition Of Glycerol. *Jurnal Atomik*, 3(2), 122-126.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782.
- Giacovelli, C. (2018). Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability.
- Handayani, J., & Haryanto, H. (2020). Pengaruh Penambahan Kitosan dan Sorbitol pada Pembuatan Film Bioplastik dari Biji Alpukat terhadap Karakteristik Bioplastik. *Proceeding of The URECOL*, 41-47.
- Haryati, S., Rini, A. S., & Safitri, Y. (2017). Pemanfaatan Biji Durian sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable* dengan Plasticizer Giserol dan Bahan Pengisi CaCO_3 . *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 1-8.
- Kholidah, N., Faizal, M., & Said, M. (2018). Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al_2O_3 as Catalyst. *Science and Technology Indonesia*, 3(1), 1-6.
- Kurniawan, M. A. (2019). *Pengaruh Penambahan Kalsium Karbonat (CaCO_3) Terhadap Karakteristik Bioplastik Pati Biji Nangka Dengan Pemplastis Gliserol* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Lubis, M., Harahap, M. B., Ginting, M. H., Sebayang, A. T., Chandra, T., & Wangi, Y. (2020, December). Mechanical, SEM and FTIR characteristics of bioplastics from mango seed starch with nanoparticle zinc oxide as filler and ethylene glycol as plasticizers. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1003, No. 1, p. 012122). IOP Publishing.
- Nahir, N. (2017). *Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam (*Tamarindus Indica L.*)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141-147.
- Ramadhan, M.O. dan Handayani, M. N. (2020) The potential of food waste as bioplastic material to promote environmental sustainability: A review. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 980, 012082
- Reddy M. M., Misra M. and Mohanty A. K. (2012) Bio-based materials in the new bio-economy *Chemical Engineering Progress*, 108(5), 37-42.
- Ruslan, S. (2018). *Analisis degradabilitas bioplastik dari biji Gayam (*Inocarpus fagiferus F*)* (Doctoral dissertation, IAIN AMBON).
- Santoso, A., Ambalinggi, W., & Niawanti, H. (2019). Pengaruh Rasio Pati Dan Kitosan Terhadap Sifat Fisik Bioplastik Dari Pati Biji Cempedak (*Artocarpus Champeden*). *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 8-11.
- Swani, J. N., & Singh, B. (2010). Bioplastic and Global Sustainability. *Plastic Reseach Online*.
- UN (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Division for Sustainable Development Goals: New York, NY, USA*.