

**EFEKTIVITAS KOMPATIBILISER LLDPE-g-AO DALAM CAMPURAN POLI ASAM
LAKTAT (PLA)/*LINEAR LOW-DENSITY POLYETHYLENE* (LLDPE)
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

***EFFECTIVENESS OF LLDPE-g-AO COMPATIBILIZER IN THE POLYLACTIC ACID
(PLA)/*LINEAR LOW-DENSITY POLYETHYLENE* (LLDPE) BLENDS IN TERM OF
PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES***

Nengsi Handayanti Gaho, Ahmad Hafizullah Ritonga*

Prgram Studi Kimia, Fakultas Sains, Teknologi, dan Informasi, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan, Indonesia

*Corresponding Author: ahmad.hafizullah.r@gmail.com

Diterbitkan: 30 Oktober 2022

ABSTRACT

Semi-biodegradable plastic is an alternative that is currently being developed in order to reduce environmental pollution due to excessive use of commercial plastics and produce plastics that have physical and mechanical capabilities that are almost the same (not much different) with commercial plastics. However, the problem that arises is the low compatibility of mixtures with different polarities on the physical and mechanical strength of semi-biodegradable plastics. This study aims to determine the effectiveness of the addition of a linear low-density polyethylene grafting oleic acid (LLDPE-g-AO) compatibility to a mixture of poly lactic acid (PLA) and linear low-density polyethylene (LLDPE) in terms of physical and mechanical properties tests. The mixing of PLA and LLDPE was carried out through a blending method with a solvent system, where PLA used chloroform, LLDPE and the LLDPE-g-AO compatibilizer used xylene, which was followed by the addition of 1% glycerol in the mixing of the two resulting solutions. The results of this study indicate that the addition of LLDPE-g-AO effectively resulted in an increase in the mechanical strength and water absorption of the PLA/LLDPE mixture. The results of testing the mechanical properties of the most optimum tensile strength is the mixture of PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO (70:22.5:7.5) which is 3.8078 MPa with the results of the physical properties test for absorption of 3.66 %.

Keywords: *PLA, LLDPE, LLDPE-g-AO, tensile strength, water adsorption*

ABSTRAK

Plastik semi biodegradasi adalah suatu alternatif yang saat ini terus dikembangkan agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat penggunaan plastik komersil secara berlebihan dan menghasilkan plastik yang memiliki kemampuan fisis dan mekanis yang hampir sama (tidak jauh berbeda) dengan plastik komersil. Namun, permasalahan yang timbul adalah rendahnya kompatibilisasi campuran yang berbeda polaritas terhadap kekuatan fisis dan mekanis dari plastik semi biodegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari penambahan kompatibiliser *linear low-density polyethylene grafting* asam oleat (LLDPE-g-AO) pada campuran poli asam laktat (PLA) dan *linear low-density polyethylene* (LLDPE) ditinjau dari uji sifat fisis dan mekanis. Pencampuran PLA dan LLDPE dilakukan melalui metode blending dengan system pelarut, dimana PLA menggunakan kloroform, LLDPE dan kompatibiliser LLDPE-g-AO menggunakan xylene, yang diikuti dengan penambahan gliserol 1% pada pencampuran kedua larutan yang dihasilkan. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan LLDPE-g-AO efektif menghasilkan peningkatan pada kekuatan mekanik dan daya serap air dari campuran PLA/LLDPE. Hasil pengujian sifat mekanis kuat tarik yang paling optimum adalah pada campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO (70:22,5:7,5) yaitu sebesar 3,8078 MPa dengan hasil uji sifat fisis daya serap yaitu sebesar 3,66%.

Kata kunci: *PLA, LLDPE, LLDPE-g-AO, tensile strength, water adsorption*

PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan meningkatnya penggunaan akan energi dan sumber daya alam. Peningkatan dalam produksi dan konsumsi telah menyebabkan dampak yang serius terhadap lingkungan sehingga, para ahli menyebutkannya *white pollution*, yaitu adanya pencemaran yang diakibatkan oleh polutan putih (asap) terutama terdiri dari kantong plastik, gelas plastik dan bahan plastik lainnya [1].

Plastik adalah yang sebagian bahkan hampir banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat pada umumnya. sebagian besar plastik digunakan untuk berbagai hal, di antaranya dapat digunakan sebagai peralatan dalam rumah tangga, peralatan elektronik, sebagai bahan pengemas, sebagai peralatan untuk keperluan sekolah, kantor, dan berbagai sektor lainnya[2].

Plastik yang saat ini banyak digunakan adalah plastik sintesis dari bahan yang tidak terbarukan dan membutuhkan waktu yang lama untuk terdegradasi, sehingga proses ini dapat menyebabkan masalah penumpukan sampah, dan dapat menyebabkan berbagai masalah di lingkungan sekitar. Plastik *biodegradable* atau biopolimer dapat menjadi salah satu cara untuk masalah sampah plastik di Indonesia, plastik *biodegradable* merupakan alternative kemasan ramah lingkungan karena terbuat dari bahan yang mudah terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme dan cuaca. Salah satu biopolimer saat ini adalah poli asam laktat atau *polylactic acid* (PLA). Selain *biodegradable*, PLA memiliki sifat biokompatibilitas yang baik, termoplastik, seta dapat dipabrikasi. Namun, PLA juga memiliki kelemahan karena strukturnya yang rapuh dan sifat permeabilitas gas yang tinggi [3].

Untuk mengatasi hal tersebut, telah dilakukan pengembangan PLA dengan mencampurkan material polimer sintesis lainnya seperti Polietilen (PE), Polipropilena (PP), Polistirena (PS), Policarbonat (PC), LLDPE, dan material polimer lainnya. Metode yang digunakan dalam proses pencampuran PLA dengan polimer lainnya adalah dengan metode system pelarut maupun metode fasa leleh menggunakan internal mixer [4].

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan plastik yang dapat terbiodegradasi dan aman untuk lingkungan sekitar dengan cara mencampurkan poli asam laktat dan polietilen densitas rendah linear dengan metode sistem pelarut.

Untuk perbandingan pembuatan pastik biodegradasi dengan adanya penambahan kompatibiliser dan tanpa penambahan kompatibiliser LLDPE-g-AO [5,6]. Untuk menganalisis pencampuran hasil produk plastik campuran PLA/LLDPE serta PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO dilakukan uji kuat tarik, dan uji daya serap air untuk melihat perbandingan hasil uji disetiap komposisi bahan [7].

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: gelas beaker, timbangan analitik, plat kaca, pipet tetes, spatula, labu ukur, batang pengaduk, kaca arloji, gelas ukur, corong kaca, *hotplate*, magnetic stirrer, aluminium foil, *hotpress*, dan mesin uji kuat tarik (*tensile strength machine*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah PLA, LLDPE, LLDPE-g-AO, gliserol, xylene, dan kloroform.

PLA/LLDPE Tanpa Kompatibiliser

PLA dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi 100 ml kloroform lalu diaduk hingga larut dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 75°C pada tempat yang berbeda, dimasukkan LLDPE kedalam gelas beaker yang berisi 30 ml xylene, lalu diaduk hingga larut dengan kecepatan 400 rpm pada suhu 120°C. Kedua larutan polimer tersebut dicampurkan dengan kecepatan 400 rpm pada suhu 85°C, ditambahkan gliserol sebanyak % dari total berat campuran yaitu 0,25 g, kemudian diaduk hingga homogeny selama 10 menit dengan kecepatan 400 rpm pada suhu 85°C. Selanjutnya dituang ke dalam cawan petri, dan dibiarkan mengering selama 24 jam. Hasil yang diperoleh kemudian dipersiapkan untuk uji sifat fisis (daya serap) dan mekanis (kuat tarik) [5].

PLA/LLDPE Dengan Kompatibiliser

PLA dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi 100 ml kloroform lalu diaduk hingga larut dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 75°C pada tempat yang berbeda, dimasukkan LLDPE dan LLDPE-g-AO kedalam gelas beaker yang berisi 30 ml xylene, lalu diaduk hingga larut dengan kecepatan 400 rpm pada suhu 120°C. Kedua larutan polimer tersebut dicampurkan dengan kecepatan 400 rpm pada suhu 85°C, ditambahkan gliserol sebanyak % dari total berat campuran yaitu 0,25 g, kemudian diaduk hingga

homogeny selama 10 menit dengan kecepatan 400 rpm pada suhu 85°C.

Selanjutnya dituang ke dalam cawan petri, dan dibiarkan mengering selama 24 jam. Hasil yang diperoleh kemudian dipersiapkan untuk uji sifat fisis (daya serap) dan mekanis (kuat tarik) [5].

Pengujian Kekuatan Tarik

Pada uji ini, sampel yang sudah jadi dibawa ke tempat uji, kemudian sampel diuji ketahanan tarik dan ketahanan sobek dengan mesin penguji tensil. Sampel yang akan diuji terlebih dahulu dikondisikan dalam ruang dengan suhu kelembapan relative standard selama 24 jam. Sampel akan diuji dipotong sesuai standard. Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung dijepit pada mesin penguji tensile. Selanjutnya dicatat panjang awal dan ujung tinta pencatat diletakkan pada posisi 0 grafik. Knob start dinyalakan dan alat akan menarik sampel yang putus dan dicatat gaya kuat tarik (F) dan panjang setelah putus. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Magister Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara [8,9].

Pengujian Daya Serap Air

Pada uji daya serap dilakukan dengan menggantung sampel dengan ukuran 2x1 cm, kemudian ditimbang massanya sebelum melakukan perendaman terhadap sampel kemudian sampel dimasukkan ke dalam wadah yang berisikan air lalu didiamkan selama 24 jam. Setelah perendaman selesai sampel ditimbang kembali menggunakan neraca analitik untuk melihat hasil uji daya serap. Semakin kecil daya serap suatu sampel semakin bagus hasil ujiannya[10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

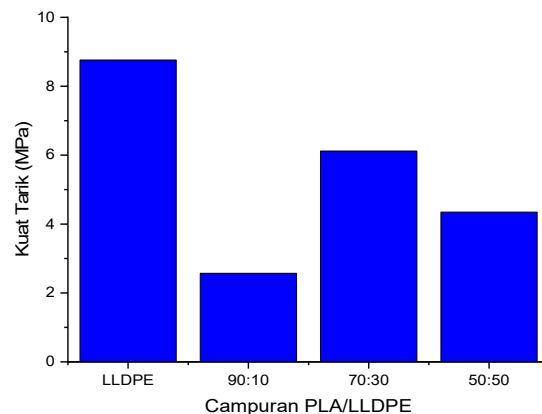
Telah dilakukan pembuatan Film plastic campuran *poly lactic acid* (PLA) dan polietilen densitas rendah linear dan dengan adanya penambahan dan tanpa penambahan kompatibiliser LLDPE-g-AO dengan memvariasikan komposisi masing-masing bahan sebagai berikut campuran PLA/LLDPE (50:50), (70:30),(90:10)dan campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO (70:25:5), (70:22,5:7,5), (70:20:10) dengan masing-masing bahan ditambahkan gliserol sebanyak 1% dalam pelarutnya yaitu kloroform untuk PLA dan xylene untuk LLDPE. Pada saat proses pembuatan film plastik PLA dapat terlarut sempurna dalam kloroform dengan suhu 75°C.

Sedangkan LLDPE terlarut sempurna dalam larutan xylene [11].

Proses blending dilakukan dengan cara mencampurkan larutan PLA dan LLDPE menggunakan magnetic stirrer. Pada pencampuran terdapat beberapa kendala diantaranya dari sifat pelarut sehingga pada pencampuran bahan plastik yang dihasilkan terbentuk retakan dan tidak rata. Karena hasil blending anatar polimer cenderung tidak kompatibel ketika dicampurkan oleh karena itu, diperlukan suatu bahan pemplastik (plastisizer) untuk memperbaiki kompatibilitas suatu bahan. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk memperbaiki kompatibilitas dan homogenitas plastik adalah gliserol [11,12].

Hasil Uji Kuat Tarik Campuran PLA/LLDPE dan Campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO

Pengujian pastik biodegradasi untuk uji tarik dilakukan di Magister Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.,Pengaruh jumlahkomposisi pada campuran antara PLA dan LLDPE dapat dilihat pada Gambar 1 [8,13].

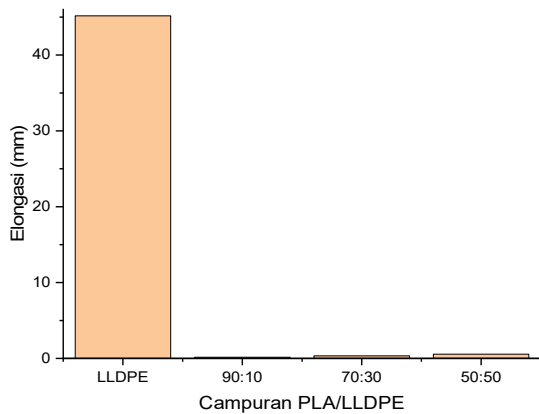


Gambar 1. Nilai Kuat tarik Campuran PLA/LLDPE

Berdasarkan Gambar 1 tersebut, dapat diketahui bahwasanya secara umum meningkatnya atau semakin besarnya penambahan jumlah LLDPE pada pembuatan plastik biodegradasi dapat meningkatkan nilai kuat tarik (*tensile streght*) plastik biodegradasi dengan nilai optimum pada variasi (70:30): 6,1186 MPa [13].

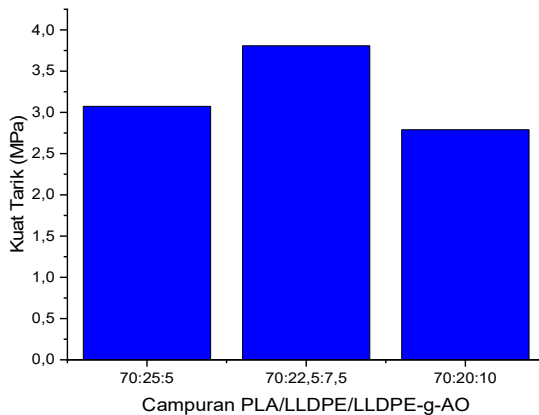
Peningkatan komposisi LLDPE juga berpengaruh terhadap elongasi pastik biodegradasiyang dapat diamati pada Gambar 2. Dimana meningkatnya komposisi LLDPE

cenderung meningkatkan nilai elongasi pastik biodegradasi[10].

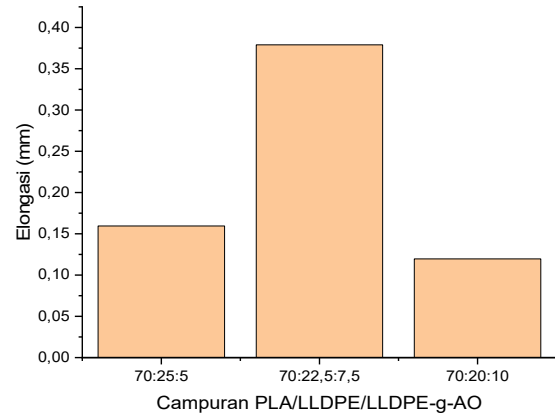


Gambar 2. Nilai Elongasi Campuran PLA/LLDPE

Sebaliknya, hasil uji kuat tarik dan elongasi yang terbaik pada campuran PLA/LLDPE/ LLDPE-g-AO yaitu pada penambahan kompatibiliser LLDPE-g-AO 7,5% dengan nilai uji tarik 3,8078 MPa. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 [7,8].



Gambar 3. Nilai Kuat Tarik Campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO

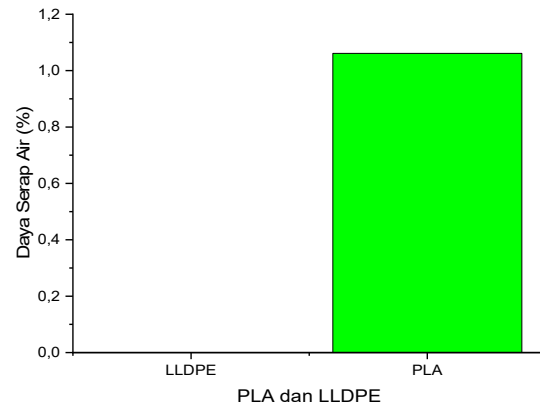


Gambar 4. Nilai Elongasi Campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO

Pengaruh penambahan kompatibiliser LLDPE-g-AO menunjukkan hasil yang sama dengan nilai uji tarik bioplastik.

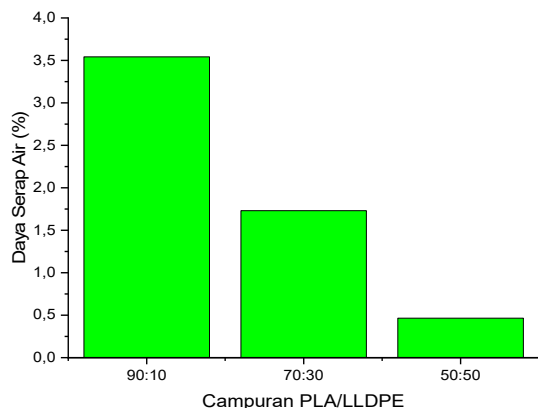
Hasil Uji Daya Serap Air Campuran PLA/LLDPE dan PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan pastik biodegradasi terhadap air[10,14].



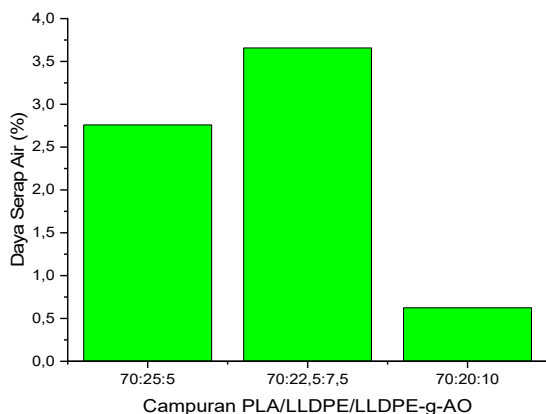
Gambar 5. Hasil Uji Daya Serap Air LLDPE dan PLA

Pada karakterisasi uji daya serap masing-masing PLA murni dan LLDPE murni adalah 1,06% dan 0% [10,14].



Gambar 6. Hasil Uji Daya Serap Air Campuran PLA/LLDPE

Terlihat pada Gambar 6. Dimana semakin tinggi komposisi LLDPE uji daya serap air semakin sedikit. Begitu juga dengan penambahan kompatibiliser pada gambar 7. Dengan adanya penambahan LLDPE-g-AO sebagai kompatibiliser dapat mengurangi adanya peningkatan daya serap air terhadap plastik biodegradasi, dengan masing-masing hasil uji daya serap yang optimum adalah LLDPE dengan variasi (50:50): 0,466% dan variasi PLA (70:22,5:7,5): 0,625% [10].



Gambar 7. Hasil Uji Daya Serap Air Campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini yaitu bahwasanya campuran PLA/LLDPE dengan adanya kompatibiliser efektif telah meningkatkan sifat mekanik kekuatan tarik pada campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO dengan hasil paling optimum adalah pada campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO dengan variasi (70:22,5:7,5) yaitu sebesar 3,0878 MPa dengan

hasil uji sifat fisis daya serap yaitu sebesar 3,66%. Untuk uji daya serap air pada campuran PLA/LLDPE menunjukkan bahwasanya semakin besar komposisi LLDPE maka nilai daya serap airnya semakin kecil, sedangkan pada campuran PLA/LLDPE/LLDPE-g-AO menunjukkan bahwasanya semakin besar kompatibiliser LLDPE-g-AO maka nilai daya serap airnya semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aripin, S., Saing, B. and Kustiyah, E. (2017) Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin*, **6**, 18. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i2.1185>
- [2] Natiqoh, A.U. (2013) Uji Ketahanan Biodegradable Plastik Berbasis Tepung Biji Durian terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya [Skripsi]. *Semarang: Universitas Negeri Semarang*.
- [3] Darni, Y., Sitorus, T.M. and Hanif, M. (2014) Produksi bioplastik dari sorgum dan selulosa secara termoplastik. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. **10**, 55–62.
- [4] Saputro, D.F., Widiarto, S. and Yuwono, S.D. (2016) Studi Pendahuluan Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Ramah Lingkungan Dari Campuran Polistirena - Poli Asam Laktat. *Prosiding Seminar Nasional Sains, Matematika, Informatika Dan Aplikasinya*.
- [5] Ritonga, A.H., Jamarun, N., Arief, S., Aziz, H., Tanjung, D.A. and Isfa, B. (2022) The Effect of Oleic Acid Monomer and Benzoyl Peroxide Initiator on Grafting Degree and Thermal Properties of LLDPE Grafted with Oleic Acid in Solvent System. *AIP Conference Proceedings*, 1–8.
- [6] Ritonga, A.H., Jamarun, N., Arief, S., Aziz, H., Tanjung, D.A. and Isfa, B. (2022) The influence of oleic acid and benzoyl peroxide againts oleic acid grafted onto LLDPE. *Rasayan Journal of Chemistry*, **15**, 190–6. <https://doi.org/10.31788/RJC.2022.1516720>
- [7] Ritonga, A.H., Jamarun, N., Arief, S., Aziz, H., Tanjung, D.A. and Isfa, B. (2022) The effect of oleic acid-grafted linear low-density polyethylene as

- compatibilizer on the properties of LLDPE/CNR blends. *International Journal of Technology*, **13**, 1–2. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v0i0.0000>
- [8] Ritonga, A.H., Jamarun, N., Arief, S., Aziz, H., Tanjung, D.A. and Isfa, B. (2022) Improvement of Mechanical, Thermal, and Morphological Properties of Organo-Precipitated Calcium Carbonate Filled LLDPE/Cyclic Natural Rubber Composites. *Indonesian Journal of Chemistry*, **22**, 233–41. <https://doi.org/10.22146/ijc.68888>
- [9] Balakrishnan, H., Hassan, A. and Wahit, M.U. (2010) Mechanical, thermal, and morphological properties of polylactic acid/linear low density polyethylene blends. *Journal of Elastomers & Plastics*, SAGE Publications Sage UK: London, England. **42**, 223–39.
- [10] Tanjung, D.A., Jamarun, N., Arief, S., Aziz, H., Ritonga, A.H. and Isfa, B. (2022) Influence of LLDPE-g-MA on Mechanical Properties, Degradation Performance and Water Absorption of Thermoplastic Sago Starch Blends. *Indonesian Journal of Chemistry*, **22**, 171–8. <https://doi.org/10.22146/ijc.68558>.