

**PENAMBAHAN VIRGIN COCONUT OIL (VCO) DALAM SINTESIS
BIODEGRADABLE PLASTIC BERBASIS PATI UMBI KELADI
(*Colocasia esculenta* (L) Schott) DAN KITOSAN KULIT UDANG**

Bernadeta Yefrita, Rony S. Mauboy, Maria T. L. Ruma

Program Studi Biologi FST Undana

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju biodegradasi film plastik berbasis pati umbi keladi dan kitosan kulit udang dengan penambahan pemlastis *Virgin Coconut Oil* (VCO) dalam empat konsentrasi berbeda yaitu 0%, 2%, 4%, 6%. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental. Data laju biodegradasi dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi penambahan konsentrasi pemlastis VCO secara statistik berpengaruh nyata terhadap laju biodegradasi film plastik. Semakin besar konsentrasi pemlastis VCO dapat menurunkan laju biodegradasi film plastik. Film plastik dengan konsentrasi VCO 0%, 2%, 4% terdegradasi secara total dalam waktu 28 hari, sedangkan film plastik dengan konsentrasi VCO 6% terdegradasi secara total dalam waktu 35 hari.

Kata Kunci : Umbi Keladi, *Kitosan*, *VCO*, Plastik, Biodegradasi.

Hasil Penelitian

Plastik merupakan polimer sintetis berbahan baku minyak bumi yang memiliki banyak keunggulan antara lain fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain sehingga banyak diminati masyarakat (Nurminah, 2002). Di Indonesia konsumsi plastik tahun 2015 tercatat 4,3 juta ton. Kementerian Perindustrian memperkirakan konsumsi plastik per kapita Indonesia mencapai 10 kg (Haryanto, 2015).

Tingginya penggunaan plastik meningkatkan pencemaran lingkungan media tanah, air tanah, dan makhluk bawah tanah karena bahan plastik tersebut sulit terdegradasi di lingkungan. Kantong plastik dapat mengganggu jalur air yang meresap ke dalam tanah, menurunkan kesuburan tanah karena menghalangi sirkulasi udara, partikel beracun yang terkandung dalam kemasan plastik seperti, dioxin, bisphenol-A, cadmium, timah putih, timbal dan logam berat lainnya dalam tanah akan membunuh pengurai seperti cacing dan dapat pula mengganggu kesehatan manusia, senyawa PCB (*Polychlorinated Biphenyl*) tidak dapat terurai meskipun termakan oleh binatang sehingga menjadi pembunuh berantai sesuai urutan rantai makanan, serta pembuangan sampah plastik di sungai mengakibatkan penyempitan dan

penyumbatan aliran sungai yang menyebabkan banjir (Antz, 2010).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut dinilai kurang efektif, diantaranya daur ulang sebab dengan cara ini kualitas plastik yang dihasilkan lebih rendah dari plastik aslinya. Selain itu sukar memisahkan sampah plastik dari berbagai jenis polimer dasar. Alternatif lain yang giat diteliti akhir-akhir ini adalah sintesis *biodegradable plastic*.

Industri *biodegradable plastic* dapat berkembang baik di Indonesia karena ketersediaan bahan baku berupa biopolimer alam seperti pati. Pati merupakan polisakarida paling melimpah kedua. Pati terdapat dalam gandum, beras, jagung, dan kentang (Darni dkk, 2008). Salah satu sumber pati yang berpotensi sebagai bahan *biodegradable plastic* adalah keladi.

Keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) mengandung pati 80%, kadar amilosa 5.55% dan kadar amilopektin 74.45% (Hendra dkk, 2014). Pemanfaatan keladi masih terbatas pada penggunaannya sebagai pakan ternak, ataupun ditanam sebagai batas perkebunan. Selain itu kandungan asam oksalat, menurut Koswara (2014) menyebabkan umbi keladi seringkali menimbulkan rasa gatal dan apabila dikonsumsi mengurangi penyerapan kalsium di dalam tubuh. Hal ini menyebabkan keladi sebagai umbi-

Hasil Penelitian

umbian yang melimpah namun mempunyai nilai ekonomi yang rendah (Isnaini, 2015).

Plastik berbahan dasar pati aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik konvensional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar terdekomposisi secara alamiah, sementara *biodegradable plastic* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Namun plastik berbahan pati memiliki kekurangan yaitu rendahnya kekuatan mekanik serta bersifat hidrofilik, sehingga dibutuhkan zat aditif untuk memperbaiki sifatnya, seperti pemlastis karena dapat meningkatkan elastisitas pada suatu material (Darni dkk, 2009), salah satunya adalah minyak kelapa murni.

Virgin Coconut Oil (VCO) memiliki asam lemak yang bersifat hidrofobik dan sifat antimikroba sehingga dapat menambah sifat *barrier* pada plastik yang dihasilkan dan tersedia dalam jumlah banyak (Bourtoom, 2008). Kandungan asam lemak dapat digunakan sebagai pemlastis untuk mengatasi sifat rapuh dari plastik. Pencampuran pati dengan jenis biopolimer lainnya juga dapat memperbaiki kekurangan sifat plastik berbahan pati (Ban *et al.*, 2006). Jenis biopolimer yang terbaru dan tersedia adalah kitosan. Kitosan dapat meningkatkan kekuatan dan transparansi plastik. Sumber kitosan paling melimpah terkandung dalam kulit udang (70%),

sehingga dalam penelitian ini akan digunakan kitosan kulit udang.

Penelitian pembuatan *biodegradable plastic* dari variasi komposisi pati umbi keladi dan kitosan kulit udang dengan pemlastis berupa gliserol, sorbitol, minyak kelapa sawit dalam bentuk RBDPO (*Refined, Bleached and Deodorized Palm Oil*) telah dilakukan oleh Sinaga dkk (2014), Isnaini (2015) dan Dewi dkk (2015). Namun belum ada yang menggunakan pemlastis berupa *Virgin Coconut Oil* (VCO). Oleh karena itu dalam penelitian ini telah dilakukan penambahan VCO dalam sintesis *biodegradable plastic* berbasis pati umbi keladi dan kitosan kulit udang menggunakan komposisi optimal hasil penelitian Dewi dkk (2015) serta mengkaji laju biodegradasi.

MATERI DAN METODE

Rancangan penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 16 unit percobaan.

Tabel Rancangan Penelitian

Komposisi Pati : Chitosan : VCO	Ulangan			
	1	2	3	4
5gr : 16.7% (w/w) : 0% (w/w)	P ₀ R ₁	P ₀ R ₂	P ₀ R ₃	P ₀ R ₄
5gr : 16.7% (w/w) : 2 % (w/w)	P ₁ R ₁	P ₁ R ₂	P ₁ R ₃	P ₁ R ₄
5gr : 16.7% (w/w) : 4 % (w/w)	P ₂ R ₁	P ₂ R ₂	P ₂ R ₃	P ₂ R ₄
5gr : 16.7% (w/w) : 6 % (w/w)	P ₃ R ₁	P ₃ R ₂	P ₃ R ₃	P ₃ R ₄

Ket :

- P₀R₁ – P₀R₄ = Ulangan dari perlakuan pertama (P₀)
- P₁R₁ – P₁R₄ = Ulangan dari perlakuan kedua (P₁)
- P₂R₁ – P₂R₄ = Ulangan dari perlakuan ketiga (P₂)
- P₃R₁ – P₃R₄ = Ulangan dari perlakuan keempat (P₃)

Parameter Pengukuran

1. Berat awal film plastik
Berat awal film plastik adalah berat awal sebelum film plastik ditanam dalam tanah untuk uji biodegradasi dengan satuan gram.
2. Berat film plastik terkoreksi
Berat film plastik terkoreksi adalah berat sampel polimer terkoreksi sebelum mengalami biodegradasi dengan satuan persentase berat.
3. Berat akhir film plastik
Berat akhir film plastik merupakan persentase kehilangan berat sampel setelah proses biodegradasi.

Analisis Data

Hasil uji laju biodegradasi film plastik dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 95 % untuk mengetahui besarnya perbedaan antara perlakuan. Uji tersebut diatas menggunakan program MINITAB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Penelitian

Pati diekstraksi dari umbi keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) sekunder. Hasil ekstraksi dalam penelitian ini diperoleh 42,7% pati. Pati yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena tepung yang dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan bioplastik adalah tepung yang mengandung pati lebih dari 40%.

Kitosan diekstraksi dari udang kulit putih (*Litopenaeus vannamei*). Proses ekstraksi dimulai dari tahapan demineralisasi. Dari proses demineralisasi diperoleh 17,23 gram kitin kasar (bebas

mineral). Tahapan kedua adalah deproteinasi, dari proses ini diperoleh 12,58 gram kitin atau sebesar 16% rendemen kitin. Tahapan terakhir adalah deasetilasi, dari proses ini dihasilkan rendemen kitosan sebesar 65% yang berwarna sedikit kecoklatan. Besarnya perolehan rendemen ini dipengaruhi faktor penggunaan NaOH dalam konsentrasi yang tinggi (60%) sehingga semakin besar kemungkinan terjadinya tumbukan antara kitin dan basa kuat yang berakibat semakin banyak kitin yang diubah menjadi kitosan.

Minyak kelapa murni (*Virgin Coconut Oil*, VCO) dipilih sebagai pemlastis dalam penelitian ini karena kandungan asam lemaknya dapat berperan sebagai pemlastis film plastik. VCO dalam penelitian ini diperoleh dari hasil produksi oleh Usaha Siaga Sehat, Maumere, NTT. VCO dibagi dalam 4 konsentrasi berbeda yaitu 0%, 2%, 4%, dan 6%.

Pada penelitian ini, digunakan uji pendahuluan dengan tujuan untuk mengetahui apakah dapat disintesis film plastik dari *blending* antara pati umbi keladi, kitosan kulit udang dengan penambahan pemlastis *Virgin Coconut Oil* (VCO) dan plat kaca sebagai wadahnya.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan, terbentuk film plastik yang sangat tipis, karena wadah (plat kaca) yang digunakan cukup lebar (10 x 10) cm. Hal ini mengakibatkan sulitnya melepas film plastik yang terbentuk dari plat kaca tersebut. Apabila dipaksakan film plastik akan terkoyak dan retak sehingga tidak dapat dilakukan uji biodegradasi. Oleh karena itu, pada sintesis film plastik selanjutnya, wadah (plat kaca) didesain

lebih sempit (8 x 8) cm serta ditaburi bubuk glukosa sebagai perekat sehingga film plastik yang terbentuk mudah dipisahkan dari wadahnya (plat kaca).

Sintesis Film Plastik Berbasis Pati Umbi Keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) dan Kitosan Kulit Udang dengan Penambahan Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Pemplastis

Sintesis film plastik dilakukan pada wadah kaca yang dibagi dalam 4 bagian untuk masing-masing konsentrasi pemplastis. Film plastik yang terbentuk, masing-masing teramati memiliki kesamaan yakni permukaan atas sedikit kasar, permukaan bawah licin, bagian pinggir bergelombang, transparan, elastis dan nampak sedikit basah. Hasil sintesis film plastik yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Fisik Film Plastik Berbasis Pati Umbi Keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) dan Kitosan Kulit Udang dengan Penambahan Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Pemplastis

Film Plastik	Karakteristik Fisik		
	Ketebalan	Warna	Bau
	±0,1 cm	Kuning kecoklatan	Berbau asam
	±0,1 cm	Kuning kecoklatan	Berbau asam
	±0,1 cm	Kuning kecoklatan	Berbau asam
		Kuning kecoklatan	Berbau asam

Berdasarkan data pada tabel 1 terlihat bahwa film plastik yang terbentuk masing-masing berupa lembaran tipis dengan ketebalan ± 0,1 cm, berwarna kuning kecoklatan, terdapat bintik-bintik kecil berwarna putih, dan berbau asam.

Warna kuning kecoklatan pada film plastik hasil sintesis diduga dikarenakan kitosan yang diekstraksi tidak melalui tahapan dekolorisasi untuk penghilangan warna sehingga pigmen *red-orange astaxanthin* (suatu karotenoid) masih terkandung dalam kitosan yang dihasilkan, ditandai dengan kitosan yang terbentuk berwarna kecoklatan. Sedangkan bau asam pada film plastik berasal dari asam asetat yang digunakan sebagai pelarut.

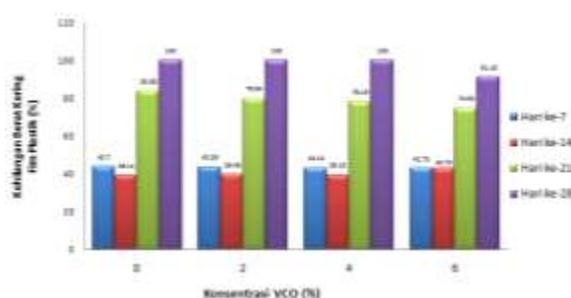
Terdapat pula bintik-bintik kecil berwarna putih akibat dari pati yang tidak terlarut sempurna. Selain itu bagian tertentu nampak seperti lubang kecil yang terbentuk akibat adanya gelembung udara pada proses pencetakan sebagai akibat penyebaran VCO yang tidak merata pada permukaan film plastik. Hal ini sesuai dengan penelitian Coniwanti dkk (2014), dimana pati yang tidak larut sempurna menyebabkan timbulnya bintik-bintik kecil pada permukaan film plastik yang terbentuk selain itu penyebaran pemplastis (gliserol) yang tidak merata menyebabkan adanya gelembung udara pada permukaan film yang berakibat permukaan film plastik menjadi kurang halus.

Laju Biodegradasi Film Plastik Berbasis Pati Umbi Keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) dan Kitosan Kulit Udang dengan Penambahan Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Pemplastis

Kajian biodegradasi dalam penelitian ini dilakukan melalui pengujian *soil burial*

Hasil Penelitian

test untuk mengetahui laju degradasi sampel secara biologis (oleh bantuan bakteri/jamur) dengan melihat pengaruh lama penguburan dalam tanah terhadap kehilangan berat kering film plastik dan karakteristik visual berupa warna, bau dan tekstur. Penguburan dalam tanah dilakukan selama 35 hari dengan pengamatan setiap 7 hari sekali. Laju biodegradasi film plastik dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram persentase kehilangan berat kering film plastik

Berdasarkan data pada gambar 4.1 dapat diketahui bahwa lama waktu penguburan dalam tanah mempengaruhi kehilangan berat kering film plastik pada setiap variasi konsentrasi pemplastis *Virgin Coconut Oil* (VCO). Berat kering yang diperoleh menunjukkan laju biodegradasi film plastik. Semakin tinggi persentase kehilangan berat kering film plastik berarti laju biodegradasinya semakin cepat.

Hari ke-7 film plastik pada tiap perlakuan mengalami kehilangan berat kering dengan persentase kehilangan berat kering tertinggi adalah film plastik dengan konsentrasi VCO 0% diikuti film plastik dengan konsentrasi VCO 2% 4% kemudian 6%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase kehilangan berat kering film plastik semakin berkurang dengan meningkatnya konsentrasi VCO, yang

berarti laju biodegradasi film plastik juga semakin berkurang dengan meningkatnya konsentrasi VCO. Dalam tahapan ini film plastik belum mengalami biodegradasi karena sampai hari ke tujuh penguburan dalam tanah tidak terjadi proses penyerapan air. Kondisi ini disebabkan VCO maupun kitosan sama-sama bersifat hidrofobik sehingga proses penyerapan air menjadi lebih lama. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi dkk (2015), dimana proses biodegradasi film plastik dimulai pada hari ke-10 uji biodegradasi.

Hari ke-14 persentase kehilangan berat kering film plastik mengalami penurunan pada tiap perlakuan karena adanya penyerapan air yang ditandai dengan bertambahnya berat kering film plastik. Hal tersebut diduga terjadi karena dua kemungkinan yakni kondisi tanah yang lembab dan perbedaan kandungan air antara film plastik dan lingkungan (tanah). Film plastik dengan konsentrasi air yang rendah akan menyerap air dari lingkungan (tanah) dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Air masuk ke matriks plastik sehingga plastik mengembang dan memberikan peluang kepada mikroba untuk memasuki matriks plastik. Mikroba yang berada pada kondisi lingkungan yang lembab ini dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat (Dian dan Pandebesie, 2013). Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi dkk (2015), yang menyatakan penyerapan air merupakan tahap awal sebelum proses biodegradasi. Proses biodegradasi film plastik di lingkungan dimulai dari tahapan penyerapan air kemudian degradasi kimia, yaitu oksidasi molekul yang menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah kemudian oleh serangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) selanjutnya

Hasil Penelitian

aktifitas enzim (*intracellular* dan *extracellular*) (Erfan, 2012 dalam Dewi dkk, 2015).

Hari ke-21 persentase kehilangan berat kering film plastik pada tiap perlakuan semakin tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu penguburan dalam tanah persentase kehilangan berat kering film plastik semakin meningkat. Film plastik yang paling tinggi persentase kehilangan berat keringnya adalah film plastik dengan konsentrasi VCO 0%, diikuti film plastik dengan konsentrasi VCO 2%, 4% kemudian 6%. Hasil ini menyatakan bahwa penambahan konsentrasi pemlastis VCO sebesar 6% dapat menurunkan laju biodegradasi film plastik. Hal ini disebabkan selain bersifat hidrofobik VCO juga memiliki sifat antimikroba, dimana semakin tinggi konsentrasi VCO maka aktivitas antimikrobanya juga semakin tinggi sehingga dapat menghambat aktivitas mikroba dalam mendegradasi film plastik.

Kondisi yang sama teramati pada hari ke-28 dimana film plastik pada konsentrasi VCO 0%, 2%, 4% sudah terdegradasi secara total, sedangkan film plastik dengan konsentrasi VCO 6% belum terdegradasi secara total. Film plastik tersebut terdegradasi secara total (100%) pada hari ke 35. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi dkk (2015), dimana film plastik berbasis pati umbi keladi dan kitosan kulit udang terdegradasi secara total dalam waktu 34 hari uji biodegradasi.

Kehilangan berat kering film plastik berdasarkan perhitungan menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95%, ditemukan adanya perbedaan bermakna sehingga dapat dikatakan bahwa variasi

penambahan pemlastis VCO mempengaruhi laju biodegradasi film plastik. Oleh karena itu dilanjutkan dengan uji Duncan.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa pada hari ke 7 kehilangan berat kering film plastik kelompok perlakuan P₀ (VCO 0%) berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₂ (VCO 4%) dan P₃(VCO 6%). Film plastik kelompok perlakuan P₁ (VCO 2%) berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₃. Film plastik kelompok perlakuan P₂ berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₀ dan P₃. Film plastik kelompok perlakuan P₃ berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₀, P₁ dan P₂. Hal ini, menunjukkan bahwa, penambahan pemlastis VCO dapat mempengaruhi laju biodegradasi film plastik.

Hari ke-14 tidak ditemukan adanya perbedaan bermakna antara berbagai kelompok perlakuan. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa variasi penambahan pemlastis berupa VCO tidak mempengaruhi laju penyerapan air pada film plastik.

Hari ke-21 kehilangan berat kering film plastik kelompok perlakuan P₀ (VCO 0%) berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₂ (VCO 4%) dan P₃ (VCO 6%). Film plastik kelompok perlakuan P₁ berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₃ (VCO 0%). Film plastik kelompok perlakuan P₂ berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₀. Film plastik kelompok perlakuan P₃ berbeda nyata dengan kelompok perlakuan P₀ dan P₁. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa perbedaan konsentrasi VCO sebagai pemlastis dapat mempengaruhi laju biodegradasi film plastik.

Hasil Penelitian

Film plastik setelah 7 hari uji biodegradasi dari segi fisik teramati adanya bercak-bercak putih sebagai tanda adanya pertumbuhan jamur (Tabel 4.2). Pertumbuhan jamur bisa terjadi karena dua kemungkinan yaitu sampel dan lingkungan yang lembab sehingga mudah ditumbuhi jamur. Hal ini sesuai dengan penelitian Ummah (2013), dimana uji *soil burial test* terhadap film plastik berdasarkan pengamatan secara visual terlihat adanya pertumbuhan jamur sebagai tanda film plastik tersebut tergolong *biodegradable plastic*.

Hari ke-14 film plastik pada tiap perlakuan sudah terkoyak dan ditemukan beberapa bagian yang berlubang (Tabel 4.2). Kondisi ini menunjukkan bahwa film plastik sudah mengalami proses biodegradasi. Pada hari ke-21 film plastik pada tiap perlakuan telah terkoyak, rapuh dan beberapa bagian telah hancur (Tabel 4.2). Pada hari ke-28 film plastik dengan konsentrasi VCO 0%, 2%, 4% telah hancur secara sempurna (degradasi total), sedangkan film plastik dengan konsentrasi VCO 6% terdegradasi secara total setelah 35 hari uji biodegradasi.

Standar Amerika (ASTM 5336) menunjukkan waktu degradasi (biodegradasi 100%) untuk plastik PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris adalah 60 hari. Pada penelitian ini, film plastik dapat terdegradasi 100% pada hari ke 35. Hal ini membuktikan bahwa film plastik hasil penelitian memenuhi kriteria *biodegradable plastic*.

Tabel 4.2 Kenampakan Fisik Film Plastik Berbasis Pati Umbi Keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) dan Kitosan Kulit Udang dengan Penambahan *Virgin Coconut Oil* (VCO) Sebagai Pemplastis Selama Penelitian.

Perlakuan (Konsentrasi VCO)	Gambar				
	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21	Hari ke-28	Hari ke-35
P ₀ (0%)				-	-
P ₁ (2%)				-	-
P ₂ (4%)				-	-
P ₃ (6%)					-

Keterangan :

- Tanda (-) menunjukkan film plastik telah terdegradasi secara total.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa laju biodegradasi film plastik menurun seiring peningkatan konsentrasi pemplastis yang diberikan. Film plastik dengan konsentrasi pemplastis 0 %, 2 % dan 4 % terdegradasi secara total dalam waktu 28 hari sedangkan film plastik dengan konsentrasi pemplastis 6 % terdegradasi secara total dalam waktu 35 hari.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka disarankan:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai aktivitas antibakteri film *biodegradable plastic* berbasis pati umbi keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) dan kitosan kulit udang dengan

meningkatkan konsentrasi pemlastis *Virgin Coconut Oil* (VCO).

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kekuatan mekanik dari film *biodegradable plastic* berbasis pati umbi keladi (*Colocasia esculenta* (L) Schott) dan kitosan kulit udang dengan penambahan *Virgin Coconut Oil* (VCO) sebagai pemlastis.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., Kurniasih, Y. 2013. *Pembuatan Kitosan dari Cangkang Udang dan Aplikasinya sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Logam Cu*. Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III, IKIP Mataram. Mataram.
- Andrady, A. L. 2011. Microplastics in The Marine Environment. *Journal Department of Chemical and Biomolecular Engineering*, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695. USA.
- Anonim. 2009. *APCC Standards for Virgin Coconut Oil*. (<http://www.apccsec.org/article-coconut.htm>) diakses pada 10/01/2017 pukul 01:09 PM.
- Antz, B. 2010. *Zat Kimia pada Plastik*. (http://www.zatkimia_plastik.htm) diakses pada 10/05/2017 pukul 10:25 AM.
- Asiah, M. D. 2009. *Uji Biodegradasi Bioplastik dari Kitosan Limbah Kulit Udang dan Pati Tapioka*. Penelitian Dosen Prodi Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Ban, W., Song, J., Argyropoulos D. S., Lucia, L. A. 2006. Influence of Natural Biomaterials on The Elastic Properties of Starch-Derived Films : An Optimization Study. *Journal American Chemical Society*, Ind, Eng, Chem, Res, Vol. 45, No. 2 : 627-633. Amerika.
- Bourtoom, T. 2008. Edible Films and Coating : Characteristic and Propertis. *Journal International Foot Research* 15(3):237-248, Price Of Songkla University. Thailand.
- Coniwanti, P. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegredabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemlastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 20, No. 4, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Damayanti, T. A., Haryanto, Wiyono, S. 2013. Pemanfaatan Kitosan Untuk Pengendalian Bean Common Mosaic Virus (BCMV) pada Kacang Panjang. *Jurnal HPT Tropika* Vol. 13, No. 2, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas, Pertanian IPB. Bogor.
- Darmoyuwono, W. 2006. *Gaya Hidup Sehat dengan Virgin Coconut Oil*. Cetakan Pertama. Gramedia. Jakarta.
- Darni, Y., Chici, A., Ismiyati, S. D. 2008. *Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Dewi, T. K., Riza, R. F., Oktari, A. D. 2015. *Pembuatan Film Plastik Pati Umbi Keladi Liar*. Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya. Palembang.

Hasil Penelitian

- Dwiyuni, M. 2006. *Kajian Sifat Fisio Kimia Ekstraksi Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) dengan Metode Pembekuan Krim Santan*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Ermayuli, Ismono, H., Setyani, S. 2011. Analisis Teknik dan Finansial Agroindustri Skala Kecil pada Pembuatan Keripik Talas di Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* Vol. 16, No. 1, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Firdaus, F., Mulyaningsih, S., Anshory, H. 2008. Sintetis Film Kemasan Ramah Lingkungan dari Komposit Pati, Kitosan dan Asam Polilaktat dengan Pemplastik Gliserol : Studi Morfologi dan Karakteristik Mekanik. *Jurnal Penelitian & Pengabdian* Vol. 5, No. 1 : 13-18 ISSN 1410-2315, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Helander, I. M., Nurmiaho, E. L., Ahvenainen, R., Rhoades J., Roller, S. 2001. Chitosan Disrupts The Barrier Properties of The Outer Membrane of Gram-Negative Bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 71: 235–244. Espoo. Finland.
- Hendra, M., Hasibun, R., Sinaga, R. F., Ginting, G. 2014. *Pengaruh Variasi Temperatur Gelatinisasi Pati Terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan pada Saat Putus*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi ISSN 2407-1846, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah. Jakarta.
- Isnaini, Ulya. 2015. *Pengaruh Variasi Komposisi Plasticizer dan Kitosan Terhadap Elastisitas Bioplastik dari Pati Umbi Keladi (Colocasia esculenta)*. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang. (Tidak dipublikasikan).
- Joseph, C. S., Prashanth, K. V. H., Rastogi, N. K., Indiramma, A. R., Reddy, S. Y., Raghavarao, K. S. M. 2009. Optimum Blend of Chitosan and Poly-(ϵ -caprolactone) for Fabrication of Films for Food Packaging Applications. *Journal of Food and Bioprocess Technology* Vol. 4 : 1179-1185. USA.
- Kurniasih, M., Kartika, D. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Fisika-Kimia Kitosan (Synthesis and Physicochemical Characterization of Chitosan). *Jurnal Inovasi* Vol. 5, No. 1. Program Studi Kimia, Jurusan MIPA UNSOED. Purwokerto.
- Koswara, S. 2014. *Teknik Pengolahan Umbi-Umbian*. Modul IPB. USAID. Bogor.
- Mahalik, N. P. 2009. *Processing and Packaging Automation System*. *Review Journal Science & Instrumental*, 3:12-25, College of Agricultural Sciences and Technology, California State University. USA.
- Narayan, R., Pettigrew, C. A. 1999. *ASTM Standards Help Define and Grow a New Biodegradable Plastics Industry*. ASTM SN. USA.
- Niken, A. 2013. Isolasi Amilosa dan Amilopektin dari Pati Kentang. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* Vol. 2 : 58. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Nurbaya, S. R., Estiasih, T. 2013. Pemanfaatan Talas Berdaging Umbi Kuning (*Colocasia esculenta*) dalam Pembuatan Cookies. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 1, No.1 : 46. Universitas Brawijaya. Malang.
- Pranamuda, H. 2009. *Plastik Biodegradabel*. Hasil penelitian dari BPPT. UI Press. Jakarta.
- Purwanti, A. 2014. Evaluasi Proses Pengolahan Limbah Kulit Udang Untuk Meningkatkan Mutu Kitosan yang Dihasilkan. *Jurnal Teknologi*, Vol. 7, No. 1. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND. Yogyakarta.
- Sanjaya, G. I., Puspita, T. 2010. *Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradabel dari Pati Limbah Kulit Singkong*. ITS. Surabaya.
- Sinaga, D. T. 2011. *Pembuatan Pelapis Campuran Larutan Kitosan dengan Emulsi Lilin Lebah*. Skripsi Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sumatra Utara. Medan. (Tidak dipublikasikan).
- Ummah, A. N. 2013. *Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (*Durio zibethinus Murr*) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya*. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Semarang. (Tidak dipublikasikan).