

**POLIMERISASI PATI KULIT SINGKONG (*Manihot
utilisima* Phol.) DENGAN ABU KULIT UDANG
VANAMI (*Litopenaeus vannamei*) UNTUK
PEMBUATAN *ECOPAINT FILM***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains
dalam Ilmu Biologi



Diajukan oleh:

**Diyaul Haq
NIM. 1508016007**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diyaul Haq

NIM : 1508016007

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**"POLIMERISASI PATI KULIT SINGKONG (*Manihot utilisima* Phol.)
DENGAN ABU KULIT UDANG *VANAMI* (*Litopenaeus vannamei*)
UNTUK PEMBUATAN *ECOPAINT FILM*."** Secara keseluruhan adalah
hasil penelitian atau karya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk
sumbernya

Semarang, 30 Juli 2019

Pembuat Pernyataan,



Diyaul Haq

NIM : 1508016007



KEMENTERIAN AGAMA R.I. UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI WALISONGO **FAKULTAS**
SAINS DAN TEKNOLOGI Jl. Prof. Dr. Hamka
(Kampus II) Ngaliyan Semarang Telp.024-
7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naaskah skripsi berikut ini:

Judul : POLIMERISASI PATI KULIT SINGKONG
(*Manihot utilisima* Phol.) DENGAN ABU
KULIT UDANG *VANAMI* (*Litopenaeus*
vannamiei) UNTUK PEMBUATAN
ECOPAINT FILM

Penulis : DIYAUL HAQ

NIM : 1508016007

Jurusan : BIOLOGI

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan
Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan
dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh
gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 31 Juli 2019

DEWAN PENGUJI

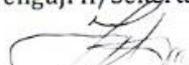
Penguji I /Ketua,

Penguji II /Sekertaris,


Nur Hayati, M. Si.

NIP: 197711252009122001

Penguji III,


Siti Mukhlisoh Setyawati, M. Si.

NIP : 19761117200912 2011

Penguji IV,


Dr. Lianah, M.Pd.

NIP: 19590313 198103 2007

Pembimbing I,

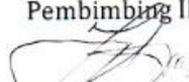

Dr. Nur Khoiri, M. Ag.

NIP: 197404182005011002

Pembimbing II,


Nur Hayati, M. Si.

NIP : 197711252009122001


Siti Mukhlisoh Setyawati, M. Si.

NIP : 19761117 200912 2011

NOTA DINAS

Semarang, 31 Juli 2019

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Polimerisasi Pati Kulit Singkong (*Manihot utilisima* Phol.) dengan Abu Kulit Udang *Vanami* (*Litopenaeus vannamei*) Untuk Pembuatan *Ecopaint Film*.

Penulis : **Diyaul Haq**

NIM : 1508016007

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr. wb

Semarang, 31 Juli 2019

Pembimbing I,



Nur Hayati, M. Si

NIP: 197711252009122001

NOTA DINAS

Semarang, 31 Juli 2019

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Polimerisasi Pati Kulit Singkong (*Manihot utilisima* Phol.) dengan Abu Kulit Udang *Vanami* (*Litopenaeus vannamei*) Untuk Pembuatan *Ecopaint Film*.

Penulis : **Diyaul Haq**

NIM : 1508016007

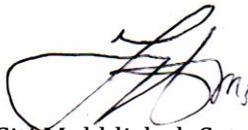
Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr. Wb

Semarang, 31 Juli 2019

Pembimbing II,



Siti Mukhlisoh Setyawati, M.Si

NIP. 19761117 200912 2011

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah organik kulit singkong dan kulit udang untuk pembuatan *film* sebagai campuran pembuatan cat ramah lingkungan (*ecopaint*). Limbah kulit singkong dan kulit udang terbukti masih belum bisa digunakan secara optimal. Kandungan gizi yang masih banyak dikandung limbah dapat dimanfaatkan untuk cat ramah lingkungan yang berfilm. Film dibuat menggunakan penggabungan dua metode yaitu metode pembuatan bioplastik (Fathanah *et al.*,2017) dan metode pembuatan ekosemen (Rahman dan Maulana 2014). Film yang dibuat memiliki tiga kombinasi presentase bahan. Kombinasi pertama 70% pati kulit singkong dan 30% abu kulit udang. Kombinasi kedua ialah 50% pati kulit singkong dan 30% abu kulit udang. Kombinasi ketiga adalah 70% abu kulit udang dan 30% pati kulit singkong. Hasil perlakuan kombinasi pertama didapatkan nilai pH sebesar 10 dengan nilai kapasitas absorpsi dari hasil uji *swelling* adalah 3.867 mg/g selama 5.5 jam dan memiliki rata-rata kerapatan pori sebesar 1.6106 μm . Hasil uji pH pada perlakuan kombinasi kedua adalah 11, nilai uji *swelling* dari rerata kapasitas absorpsi adalah 2.995 mg/g yang bertahan selama 20.5 jam dan memiliki rata-rata kerapatan pori sebesar 1.599 μm . Sedangkan perlakuan kombinasi ketiga didapatkan hasil nilai pH 11, rerata kapasitas absorpsinya 1.487 mg/g selama 24 jam dan memiliki rata-rata kerapatan pori sebesar 1.699 μm . Berdasarkan uji ANOVA nilai kapasitas absorpsi berbanding terbalik dengan waktu ketahanan struktur. Semakin tinggi nilai kapasitas absorpsinya maka semakin rentah ketahanan strukturnya. Data tersebut dapat diketahui kombinasi perlakuan dengan hasil uji terbaik adalah kombinasi perlakuan kedua dengan hasil nilai pH 11, nilai uji *swelling* dari rerata kapasitas absorpsi adalah 2.995 mg/g yang bertahan selama 20.5 jam dan memiliki rata-rata kerapatan pori sebesar 1.599 μm .

Kata Kunci: Polimer, *Udang Vannamei* dan *Ecopaint film*.

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada (SKB) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158 Tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987.

Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat pada halaman berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak Dilambangkan	Tidak Dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Śa	Ś	Es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ĥa	Ĥ	Ha (dengan titik di atas)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Żal	Ż	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Şad	Ş	Es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa	Ṭ	Te (dengan titik di

			bawah)
ظ	Za	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	Ain	-	apostrof terbalik
غ	Gain	G	Ge
فا	Fa	F	Ef
ق	Qof	Q	Qi
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	Ea
و	Wau	W	We
ه	Ha	H	Ha (dengan titik di atas)
ء	Hamzah	-'	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apa pun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
أ	<i>Fathah</i>	A	A
إ	<i>Kasrah</i>	I	I

اَ	<i>Ḍammah</i>	U	U
----	---------------	---	---

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf latin	Nama
اِيّ	<i>Faṭḥah</i> dan Ya	Ai	A dan I
اُوّ	<i>Faṭḥah</i> dan Wau	Au	A dan U

Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harkat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harkat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
اَ...ي	<i>Faṭḥah</i> dan Alif atau Ya	ā	a dan garis di atas
اِ...ي	<i>Kasrah</i> dan Ya	ī	i dan garis di atas
اُ...و	<i>Ḍammah</i> dan Wau	ū	u dan garis di atas

Ta marbūṭah

Transliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau mendapat harkat *faṭḥah*, *kasrah*, dan *ḍammah*, transliterasinya adalah [t]. Sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau mendapat harkat sukun, transliterasinya adalah [h].

Kalau pada kata yang berakhir dengan *ta marbūṭah* diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang *al* serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta marbūṭah* itu ditransliterasikan dengan ha (h).

Syaddah (Tasydīd)

Syaddah atau tasydīd yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda tasydīd (ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan perulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda syaddah.

Jika huruf ع bertasydid di akhir sebuah kata dan didahului oleh huruf kasrah (آ), maka ia ditransliterasi seperti huruf maddah (ī).

Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf (alif lam ma'arifah). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa, al-, baik ketika ia diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang tidak mengikuti bunyi huruf langsung yang mengikutinya. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

Hamzah

Aturan transliterasi huruf hamzah menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi hamzah yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila hamzah terletak di awal kata, ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa alif.

Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah atau kalimat Arab yang ditransliterasi adalah kata, istilah atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia, atau sudah sering ditulis dalam tulisan bahasa Indonesia, tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi di

atas. Namun, bila kata-kata tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka mereka harus ditransliterasi secara utuh.

***Lafz Al-Jalālah* (الله)**

Kata “Allah” yang didahului partikel seperti huruf jarr dan huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *muḍāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf hamzah.

Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan kepada *Lafz Al-Jalālah*, ditransliterasi dengan huruf [t].

Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital (All Caps), dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan Bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital, misalnya, digunakan untuk menuliskan huruf awal nama diri (orang, tempat, bulan) dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Bila nama diri didahului oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis dengan huruf kapital tetap huruf awal nama diri tersebut, bukan huruf awal kata sandangnya. Jika terletak pada awal kalimat, maka huruf A dari kata sandang tersebut menggunakan huruf kapital (Al-). Ketentuan yang sama juga berlaku untuk huruf awal dari judul referensi yang didahului oleh kata sandang al-, baik ketika ia ditulis dalam teks maupun dalam catatan rujukan (CK, DP, CDK, dan DR).

xi
KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah s panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, sayang dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Penulis juga hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Nur Hayati dan Siti mukhlisoh Setyawati selaku dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi, arahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
2. Ibu Nur Hayati dan Siti Mukhlisoh Setyawati atas kesempatan, arahan dan bimbingannya selama menjalankan penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Fauzan Sukijan dan Ibu Qomariyah Hasan atas doa, semangat dan inspirasi yang telah diberikan.
4. Bapak Syamsul Ma'arif dan Ibu Laylatul Undasah sebagai pengasuh Pesantren Riset Al-Khawarizmi atas doa, semangat dan inspirasi yang diberikan.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuan dan dukungannya. Hanya ucapan terima kasih yang dapat penulis berikan, semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak, Ibu serta rekan-rekan semua. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya.

Semarang, 31 Juli 2019

Penulis

Diyaul Haq

DAFTAR xii

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
NOTA DINAS.....	iii
ABSTRAK.....	v
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	XIV
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Masalah.....	8
D. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Landasan Teori.....	11
1. Polimer.....	11
2. Singkong.....	14
3. Udang <i>vannamei</i>	17
4. <i>Ecopaint Film</i>	20
B. Tinjauan Pustaka.....	21
C. Hipotesis Penelitian.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	29
1. Pemilihan Bahan.....	29

2. Peralatan	30
B. Rancangan Penelitian	30
C. Variabel Penelitian.....	31
D. Pembuatan Pati Kulit Singkong.....	31
E. Isolasi CaCO ₃ dari Kulit Udang Putih (<i>Litopenaeus</i> <i>vannamei</i>)	31
F. Pembuatan <i>Ecopaint Film</i>	32
G. Uji <i>swelling</i>	33
H. Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	33
I. Kerangka Penelitian	34
J. Analisis Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil.....	37
1. Pembuatan Sampel	37
2. Uji <i>Swelling</i>	38
3. Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>).	43
B. Pembahasan.....	44
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	53
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	61
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan Gizi Singkong	14
Tabel 3.1.	Fungsi Bahan-bahan Pembuatan <i>Ecopaint film</i>	26
Tabel 4.1.	Pembuatan film	34
Tabel 4.2.	Pengamatan Uji Swelling	35
Tabel 4.3.	Kapasitas Absorsi Uji <i>Swelling</i>	38
Tabel 4.4.	Rata-rata Kerapatan film	39
Tabel 4.5.	Data Uji Anova	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Singkong	12
Gambar 2.2	Udang <i>Vanami</i>	15
Gambar 2.3	Morfologi Umum Udang <i>Vanami</i>	16
Gambar 3.1.	Bagan Langkah-Langkah Penelitian	12
Gambar 4.1.	Uji pH	40
Gambar 4.2.	Kerataan Warna Pada Polimer	42
Gambar 4.3.	Uji <i>Swelling</i>	42
Gambar 4.4.	Grafik ANOVA Uji Kapasitas Absorpsi	44
Gambar 4.5.	Sampel Perlakuan Setelah Uji <i>Swelling</i>	46
Gambar 4.6	Hasil Uji SEM Perlakuan Pertama	48
Gambar 4.7.	Hasil Uji SEM Perlakuan Kedua	49
Gambar 4.8.	Hasil Uji SEM Perlakuan Ketiga	50
Gambar 4.9.	Grafik ANOVA Uji Kerapatan Pori	51

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Singkong dan udang merupakan komoditas hasil pertanian maupun perikanan yang sangat dibutuhkan baik untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat dalam negeri maupun luar negeri. Singkong dan udang memiliki nutrisi yang baik untuk kesehatan manusia. Umbi singkong mengandung kalori, protein, lemak, hidrat arang, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B dan C serta karbohidrat (Departemen kesehatan RI, 1980). Sedangkan udang mengandung senyawa aktif seperti omega-3, mineral, lemak, kitin, karotenoid (*astaksantin*) serta vitamin (Ngginak, *et all.*, 2013). Kandungan yang kaya akan nutrisi tersebut memunculkan banyak ide produk olahan menggunakan bahan dasar singkong maupun udang.

Singkong biasa dibuat menjadi keripik, getuk, tape, bolu, dan es. Begitu pula varian makanan *seafood* dan pembuatan tepung yang memanfaatkan udang sebagai bahan dasar pengolahan. Tingginya kebutuhan akan pengolahan singkong dan udang di masyarakat tidak sebanding dengan pengolahan limbahnya.

Pemanfaatan limbah kulit singkong dan kulit udang saat ini masih belum optimal. Kulit singkong biasa digunakan sebagai pakan ternak dan keripik. Namun, tak sedikit pengusaha rumahan yang hanya membiarkan kulit singkong sampai membusuk. Begitu pula dengan kulit udang yang dibuang begitu saja sampai menimbulkan bau busuk yang sangat mengganggu warga sekitar. Padahal dalam limbah organik baik

kulit udang maupun kulit singkong masih terdapat zat yang terbuang sia-sia, seperti kandungan glukosa, protein, karbohidrat dan serat.

Indonesia merupakan Negara agraris yang menetapkan pertanian dan perikanan sebagai komoditas utama dalam usaha dan profesi masyarakatnya. Salah satu komoditas utama ialah produksi singkong (*Manihot utilisima*). MSI (Masyarakat Singkong Indonesia) menyatakan bahwa pada tahun 2016 data produksi singkong di Indonesia mencapai 20 juta ton, sedangkan tahun 2017 mengalami peningkatan sebesar 22 juta ton. Permintaan pasar yang sangat tinggi menyebabkan peningkatan produksi singkong dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Selain hasil pertanian, komoditas yang digemari masyarakat di Indonesia adalah perikanan.

Komoditas perikanan utama ialah produksi udang *vanami* (*Lipopenaeus vannamei*). Berdasarkan data sementara statistik perikanan, pada tahun 2014 produksi udang *vanami* di Indonesia mencapai 414554 ton dan pada tahun 2015 mengalami peningkatan yaitu sebesar 518600 ton. Sedangkan di wilayah kota Pati, limbah kulit udang dalam satu hari dihasilkan sekitar 2600 kg atau mencapai 2.6 ton. limbah perhari yang dihasilkan sekitar 2600 kg atau mencapai 2.6 ton. Limbah berupa kepala udang setiap harinya akan diambil oleh peternak bebek sebagai bahan pangan. Sedangkan limbah yang tidak terpakai lainnya akan dibuang atau dibiarkan begitu saja. Proses produksi yang sangat melimpah di Indonesia juga menimbulkan problem bagi masyarakat untuk pemanfaatan bahan-bahan yang tidak terpakai.

Kulit singkong merupakan bahan yang tidak terpakai. Pati kulit singkong bisa dimanfaatkan untuk pembuatan bioplastik (Yuliasih, *et*

all., 2010; Pratomo dan Rohaeti, 2011; Harsojuwono, *et all.*, 2017; Fathonah, *et all.*, 2017; Wahyuningtyas dan Suryanto, 2018). Pati tersebut dimanfaatkan untuk pembuatan bioplastik berupa film kedap air dari polimer pati singkong (Yuliasih, *et all.*, 2010). Potensi pati sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik tersebut dapat dikembangkan lagi menjadi film ramah lingkungan. Film yang dibuat dapat ditambahkan dalam proses pembuatan cat ramah lingkungan (*ecopaint*) untuk diaplikasikan ke tembok.

Pembuatan *ecopaint film* (film cat ramah lingkungan) selain pati juga membutuhkan senyawa CaCO_3 . Senyawa CaCO_3 biasa dimanfaatkan dalam pembuatan cat yang berfungsi sebagai *pigment extender filler* (Raheem dan Olowu, 2013). *Extender filler* merupakan bahan berupa tepung dan berfungsi sebagai pengisi cat. Rahman dan Maulana (2014) menyatakan bahan dasar pembuatan *paint* atau cat adalah CaCO_3 . Selain pembuatan cat, CaCO_3 juga biasa dipakai dalam pembuatan ekosemen yang digunakan sebagai senyawa kimia utama penyusun ekosemen yang berfungsi sebagai perekat (Ariesta dan Sawitri, 2013).

Senyawa kimia yang dipakai dalam bidang industri seperti CaCO_3 menurut beberapa penelitian dapat ditemukan atau dibuat secara alami dari sisa-sisa makhluk hidup. CaCO_3 secara alami dapat ditemukan pada kulit udang, cangkang kerang, cangkang bekicot maupun cangkang telur (Ariesta dan sawitri, 2013; Ngginak, *et all.*, 2013; Raheem dan Olowu, 2013; Mikkelsen, *et all.*, 1997; Dechapinan, *et all.*, 2017).

Ecopaint film merupakan film yang dibuat sebagai bahan dasar pembuatan cat sehingga diharapkan dapat dibuat suatu produk terbaru

berupa cat ramah lingkungan yang berfilm. *Film* yang dibuat juga berasal dari bahan alami yang memanfaatkan limbah sehingga dapat membantu menyelesaikan permasalahan limbah di Indonesia. Cat konvensional yang sering digunakan terdapat beberapa kandungan yang dapat memberikan pengaruh buruk terhadap paru-paru. Sering terdapat keluhan dari beberapa warga sekitar yang mempunyai penyakit asma yang kadang kambuh apabila mencium bau cat yang baru diapus ke tembok. Selain itu, jika diperhatikan cat konvensional yang digunakan di area kamar mandi akan mudah terkelupas dari pada cat yang diapus pada area selain kamar mandi atau toilet.

Hal ini kemudian memunculkan ide dibentuknya cat tembok yang mengandung *film* menggunakan sampah kulit singkong dan kulit udang. *Film* ini dibuat menggunakan prinsip bioplastik untuk memperoleh sifat kedap air dan prinsip pembuatan ekosemen untuk mendapatkan bahan dasar yang awet dan dapat melekat pada dinding. Pembuatan *film* cat tembok dipilih karena merupakan bentuk penyedia alternatif teknik konstruksi yang efisien serta bahan bangunan dalam jumlah besar dan ekonomis. Indonesia mempunyai tingkat kepadatan penduduk yang tinggi mencapai 265 juta jiwa pada tahun 2018 menurut proyeksi BAPPENAS (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional) (Anonim, 2018). Jumlah penduduk yang begitu besar tidak menutup kemungkinan akan membutuhkan banyak bangunan seperti rumah. Salah satu permasalahan utama dalam menyediakan rumah di Indonesia adalah tingginya biaya konstruksi bangunan dan lahan termasuk pembelian cat (Anik Ratna Ningsih dkk, 2014).

Pati dari kulit singkong dan abu kulit udang berpotensi dibuat produk *ecopaint film* sebagai bahan campuran cat tembok yang kedap air melalui polimerisasi. Polimer merupakan rangkaian molekul panjang yang tersusun berulang oleh monomer. Monomer adalah molekul sederhana penyusun polimer (Amir Hamzah Siregar, 2004). Polimerisasi diartikan sebagai proses terjadinya reaksi kimia antar monomer-monomer untuk membentuk rantai polimer (Pamilia Coniwanti, *et all.*, 2014). Kualitas *film* yang terbentuk dari polimer dapat diukur melalui pengujian *swelling* sebagai pengujian kemampuan penyerapan air dan uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui struktur lapisan *film*.

Penelitian terkait cat ramah lingkungan berfilm dengan bahan pati kulit singkong dan abu kulit udang belum banyak dilakukan. Akan tetapi, pada penelitian ini masih berfokus pada pembuatan film yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan *ecopaint*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan judul **POLIMERISASI PATI KULIT SINGKONG (*Manihot utilisima* Phol.) DENGAN ABU KULIT UDANG VANAMI (*Litopenaeus vannamei*) UNTUK PEMBUATAN ECOPAINT FILM**. Penelitian ini sangat penting dan harus dilakukan karena dapat menghasilkan produk inovasi tepat guna dalam mengelola limbah singkong dan udang serta dapat mengurangi biaya konstruksi bangunan juga dapat dibuatnya produk ramah lingkungan yang tepat guna. Melakukan penelitian secara intensif juga telah diperintahkan Allah dalam Surah Yunus ayat 101

فَلْ أَنْظِرُوا مَاذَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۗ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ

Artinya: “lakukanlah penelitian secara intensif mengenai apa yang ada di langit dan dibumi. Tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman.” (M. Quraish Shihab, 1994). Surah tersebut menjelaskan bahwa wajib bagi kita untuk meneliti setiap permasalahan yang ada di bumi untuk memenuhi kemaslahatan bersama. Manusia juga diperintahkan untuk melestarikan alam pada surah Al-Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَتْ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya: “Ingatlah ketika tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: “Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi.” Mereka berkata: “Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi orang itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?” Tuhan berfirman: “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (Depatemen Agama RI, 2006).

B. Rumusan Masalah

Rumusan penelitian ini ialah:

1. Manakah perbandingan komposisi pati kulit singkong dan abu kulit udang yang optimal untuk pembuatan polimer film sebagai bahan dasar *ecopaint film*?
2. Bagaimana perbandingan nilai rerata kapasitas absorpsi dan waktu ketahanan struktur *film*?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan perbandingan pati singkong dan kulit udang yang optimal terhadap kerapatan lapisan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini ialah;

1. Mengetahui presentase perbandingan pati singkong dan kulit udang yang optimal untuk pembuatan polimer film sebagai bahan dasar *ecopaint film*.
2. Mengetahui perbandingan nilai rerata kapasitas absorpsi dan waktu ketahanan struktur.
3. Mengetahui pengaruh perbedaan perbandingan pati singkong dan kulit udang yang optimal terhadap kerapatan lapisan

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian bagi pengembangan ilmu pengetahuan adalah :

1. Mengetahui presentase perbandingan pati singkong dan kulit udang yang optimal untuk pembuatan polimer film sebagai bahan dasar *ecopaint film*.
2. Penelitian dapat menjadi rujukan dalam pengembangan pemanfaatan limbah menjadi bahan tepat guna.

Manfaat penelitian bagi kepentingan praktis adalah:

1. Merupakan solusi pemanfaatan limbah menjadi barang tepat guna.
2. Hasil penelitian dapat dikembangkan dan dimanfaatkan untuk pemenuhan bahan konstruksi pembangunan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Polimer

Polimer berasal dari bahasa Yunani dari kata *poly* yang berarti banyak dan *mer* yang artinya bagian atau satuan. Polimer merupakan rangkaian molekul panjang yang tersusun berulang oleh monomer. Monomer adalah molekul sederhana penyusun polimer (Amir Hamzah siregar, 2004). Sedangkan molekul adalah gabungan dari beberapa atom seperti H_2 , CO_2 , $CaCO_3$ dan lain-lain. Kata polimer pertama kali diperkenalkan pada tahun 1833 oleh seorang ilmuwan kimia bernama Swedia Berzelius (Stevens, 2001).

a. Klasifikasi Polimer

Klasifikasi polimer menurut Sperling (1986) dibedakan menjadi 3 yaitu klasifikasi berdasarkan sumber, klasifikasi berdasarkan struktur rantai dan klasifikasi berdasarkan komposisi.

1) Berdasarkan sumber

Sumber polimer dibedakan menjadi dua yaitu polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam adalah polimer yang terbentuk secara alami. Polimer ini secara alami telah terbentuk dan menyusun bahan-bahan yang ada di alam seperti pati, selulosa, tanah liat, pasir, mineral dan lain-lain. Sedangkan polimer sintetik merupakan polimer yang dibuat melalui suatu reaksi

kimia tertentu. Contoh: karet fiber, nilon dan lain sebagainya (Rohmadi, 2015).

2) Berdasarkan struktur rantainya

Struktur rantai polimer dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu polimer rantai lurus, polimer bercabang dan polimer jaringan. Polimer rantai lurus biasa juga disebut polimer molekul rantai atau polimer yang memiliki ikatan berulang lurus seperti rantai. Sedangkan polimer bercabang merupakan polimer yang terbentuk dari ikatan rantai lurus yang saling bersambung silang. Apabila ikatan rantai lurus yang bersambung silang saling menyilang di beberapa arah maka akan terbentuk polimer jaringan (Rohmadi, 2015).

3) Berdasarkan Komposisi

Komposisi polimer dibedakan menjadi dua yaitu homopolimer dan heteropolimer. Homopolimer merupakan polimer yang tersusun dari satu jenis monomer dan merupakan polimer paling sederhana. Contoh homopolimer adalah polietilen yang terbentuk dari satu monomer yaitu etilena. Sedangkan heteropolimer merupakan polimer yang tersusun dari beberapa jenis monomer. Contoh heteropolimer adalah nilon, tetoron, dakron, DNA dan lain sebagainya (Rohmadi, 2015).

Polimer terbentuk karena tahap polimerisasi. Polimerisasi merupakan proses pembentukan polimer dari monomernya. Hasil dari proses tersebut akan mendapatkan polimer dengan susunan ulang tertentu membentuk jenis polimer baru. Polimerisasi

dibedakan menjadi dua golongan yaitu polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi (Rohmadi, 2015).

b. Penggolongan polimerisasi

1) Polimerisasi adisi

Polimerisasi adisi merupakan suatu proses pembentukan polimer yang melibatkan reaksi rantai. Polimer yang dihasilkan akan memiliki gugus atom yang sama dengan monomernya, akan tetapi membentuk jenis polimer baru dengan susunan tertentu. Contoh polimerisasi adisi adalah polietilen, polipropilen, polivinilklorida dan lain-lain.

2) Polimerisasi kondensasi

Polimerisasi kondensasi adalah proses yang berlangsung secara bertahap melalui reaksi antar pasangan gugus fungsi ujung yang disertai dengan pelepasan molekul kecil seperti air dan karbondioksida.

2. Singkong

Hasil penelusuran ahli botani dan pertanian menyatakan bahwa singkong masuk pertamakali ke wilayah Indonesia pada abad ke-18. Singkong didatangkan langsung dari wilayah Suriname untuk dikoleksikan dan ditanam ke Kebun Raya Bogor (Rukaman, 2002). Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan oleh Herbarium Medanese (2016),

Taksonomi singkong diuraikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisio : *Spermatophyta*

Sub Divisio : *Angiospermae*
Classis : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Euphorbiales*
Familia : *Euphorbiaceae*
Genus : *Manihot*
Spesies : *Manihot utilisima* Phol.



Gambar 2.1. Singkong (*Manihot utilisima*) (Herbarium Medanese, 2016).

Singkong merupakan tanaman tropis yang dapat tumbuh pada tempat beriklim lembab (Grace, 1997). Tanaman singkong terdiri dari empat bagian yaitu batang, daun, bunga dan umbi. Ciri morfologi batang singkong adalah berwarna hijau keputihan, berkayu, berbentuk bulat dan beruas-ruas (Purwono, 2007). Adapun ciri morfologi daun singkong merupakan daun tunggal yang bertulang daun menjari, setiap tangkai terdapat tiga sampai delapan helai daun dan berwarna hijau muda hingga tua (Djaafar, 2003). Bunga tanaman singkong merupakan bunga berumah satu yang terdapat pada suatu tandan tidak rapat di ujung batang (Gembong, 2008). Bagian yang berfungsi sebagai penyimpan

makanan pada singkong adalah bagian akar yang menggelembung atau biasa disebut umbi (Suprapti, 2005).

Ukuran umbi rata-rata berdiameter dua sampai tiga centimeter dan memiliki panjang 50 sampai 80 centimeter sesuai klon/kultivar. Bagian dalam umbi yang dikonsumsi berwarna putih, putih kehitam-hitaman atau putih kekuning-kuningan. Umbi singkong merupakan bahan makanan yang harus segera dikonsumsi karena tidak dapat bertahan lama walaupun diletakkan di dalam lemari es. Ciri kerusakan umbi singkong ditandai dengan munculnya warna biru gelap atau hitam akibat terbentuknya asam sianida yang berbahaya bagi kelangsungan hidup konsumen (Cereda, 1996). Umbi singkong merupakan sumber energi yang kaya akan kandungan karbohidrat (Sadjad, 2000). Karbohidrat dalam singkong dapat mencapai sekitar 90% dalam basis kering (Cui, S.W.,2005 dan Hartati, N. Sri, 2003).

Kandungan gizi singkong pergramnya diuraikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kandungan gizi singkong (*Manihot utilisima* Phol.) per 100 gram (Cereda, 1996).

No.	KANDUNGAN	KADAR
1.	Kalori	121 kkal
2.	Air	62,50 gram
3.	Fosfor	40,00 gram
4.	Karbohidrat	34,00 gram
5.	Kalsium	33.00 miligram
6.	Vitamin C	30,00 miligram
7.	Protein	1,20 gram
8.	Besi	0,70 miligram
9.	Lemak	0,30 gram
10.	Vitamin B1	0,01 miligram

Penelitian sebelumnya menyatakan kulit umbi singkong mengandung sianida sebanyak (150-360 miligram), karbohidrat dan air (11.4%). Pati atau karbohidrat dalam singkong maupun kulit singkong merupakan campuran amilosa dan amilopektin yang merupakan polimer D-glukosa (Zhao, 2003). Kandungan amilosa dan amilopektin pada singkong dapat dibuat menjadi film dengan cara meningkatkan suhu secara perlahan. Peningkatan suhu dapat menyebabkan viskositas dan gel sehingga film dapat terbentuk (Asiah, Tt).

3. Udang *vanami*

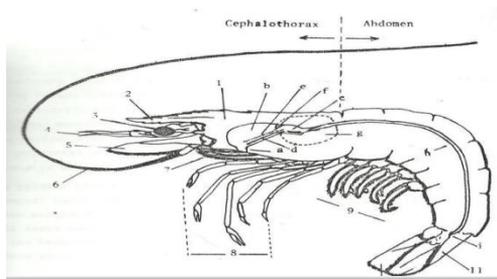
Haliman dan Dian (2006), mengklasifikasikan udang *vanami* sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Sub Kingdom	: <i>Metazoa</i>
Filum	: <i>Arthropoda</i>
Sub Filum	: <i>Crustacea</i>
Kelas	: <i>Malacostraca</i>
Sub Kelas	: <i>Eumalacostraca</i>
Super Ordo	: <i>Eucarida</i>
Ordo	: <i>Decapodas</i>
Sub Ordo	: <i>Dendrobrachiata</i>
Familia	: <i>Penaeidae</i>
Sub Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>



Gambar 2.2. Udang *vanami* (*Litopenaeus vannamei*) (Haliman danDian, 2006).

Tubuh udang *vanami* terdiri dari kepala yang menyatu dengan abdomen dan ekor. Bagian kepala udang terdiri dari antena, antennula, lima pasang kaki berjalan (periopoda), sepasang capit (*dactylus*) dan tiga pasang maxilliped yang termodifikasi sebagai organ untuk makan (Kordi, 2007). Bagian abdomen terdiri dari enam ruas. Lima ruas pertama terdapat pleopoda (kaki renang) dan ruas terakhir terdapat sepasang uropods (ekor) yang membentuk kipas (Mujiman dan Suyanto, 2003). Bagian-bagian udang *vanami* akan ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Morfologi umum udang *vannamei* ; 1. *Cephalothorax* (bagian kepala), 2. *Rostrum* (cucuk kepala), 3. Mata, 4. *Antennula* (sungut kecil), 5. *Prosartema*, 6. *Antena* (sungut besar), 7. *Maxilliped* (alat bantu rahang), 8. *Periopod* (kaki jalan), 9. *Pleopoda* (kaki renang), 10. *Telson* (ujung ekor), dan 11. *Uropoda* (ekor kipas). (Haliman dan Dian, 2006).

Udang merupakan salah satu komoditas ekspor yang dapat diandalkan dan bernilai tinggi. Udang yang di ekspor dari Indonesia

umumnya sudah dibuang ekor, kepala dan kulitnya. Limbah ekor, kepala dan kulit belum bisa dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatan limbah tersebut saat ini hanyalah sebagai pakan ternak. Namun, solusi tersebut malah menimbulkan masalah baru karena bau busuk sehingga mengganggu nilai estetika lingkungan (Kurniasih dan Kartika, 2011).

Pemanfaatan limbah udang yang sangat potensial adalah pemanfaatan kulit atau cangkangnya. Kulit udang mengandung kitin yang dapat menghasilkan kitosan apabila terdeasetilasi baik secara kimia maupun enzimatik (Kaimudin dan Maria, 2016). Kitosan udang memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan karena mempunyai beberapa sifat istimewa dalam hal biokompabilitas, biodegradasi, aktivitas biologi, tidak toksik, tidak menimbulkan alergi, serta kemampuannya dalam serat dan film (Wibowo *et al*, 2005., Nather, *et al.*, 2005). Kulit udang diketahui mengandung kitin sebesar 18,7% (Mawarda, *et al.*, 2011).

Selain pemanfaatan kandungan kitosan pada kulit udang, abu kulit udang juga dapat dimanfaatkan karena mengandung kalsium. Limbah udang mengandung Kalsium karbonat (CaCO_3) sebanyak 45%-50% lebih banyak dari pada kandungan kitin dan proteinnya yaitu 25-40% dan 15-20% (Muzzarelli and Joles, 2000). Penelitian Frieska Ariesta S. dan Dyah Sawitri (2013) juga membuktikan bahwa abu cangkang *crustacea* mengandung senyawa CaCO_3 seperti senyawa yang terdapat pada batu kapur. Senyawa CaCO_3 dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen dan cat tembok karena dapat membuat cat maupun semen lebih kokoh dan tahan lama (Abdul Halim *et al.*, 2017).

4. *Ecopaint Film*

Secara bahasa *ecopaint film* terdiri dari tiga kata yaitu *eco*, *paint* dan *film*. *eco* berasal dari bahasa Yunani yaitu *oikos* yang berarti rumah tangga. Sedangkan *paint* merupakan bahasa Jerman yang masuk ke dalam bahasa Inggris pada awal abad pertengahan yang berarti cat. Dan *film* memiliki arti sebagai lapisan yang kedap air.

Menurut KBBI, *paint* dapat diartikan sebagai cat, atau mengecat (pada rumah), dan melukis (untuk gambar) (Aparti, 2018). Adapun penjelasan *ecopaint film* adalah film sebagai bahan campuran pembuatan cat yang dibuat dari pemanfaatan limbah makhluk hidup sehingga lebih ramah lingkungan. Cat ini dibuat untuk memberi solusi penanganan limbah industri baik pertanian maupun perikanan secara tepat guna dan dibutuhkan banyak orang. Selain sebagai penanganan masalah limbah di Indonesia, *ecopaint* juga dapat digunakan sebagai solusi pencegahan hal-hal negatif yang ditimbulkan dari kandungan cat konvensional.

Beberapa kandungan cat konvensional yang dapat berakibat negatif adalah *formaldehida*, logam berat dan *nasties* yang dikenal sebagai senyawa organik mudah menguap atau biasa disebut VOC (*Volatile Organic Compound*). Menurut organisasi kesehatan dunia mengatakan bahwa dekorator profesional sebanyak 40% orang mungkin terkena kanker paru-paru (Katherine, 2009).

Cat merupakan suatu cairan yang dipakai untuk melapisi suatu permukaan bahan dengan tujuan memperindah, memperkuat, dan melindungi bahan tersebut. Setelah cat dilapiskan dan kemudian

mengering maka cat akan membentuk lapisan tipis yang melekat kuat pada permukaan tersebut. Pelekatan cat ke suatu permukaan dapat dilakukan dengan cara diusapkan, dilumurkan, dikuaskan atau disemprotkan (Rahman dan Farid, 2014).

B. Kajian Pustaka

Yuliasih, *et al.*, (2010) berpendapat bahwa polimer film (bahan kedap air) pada cat memanfaatkan pati kulit singkong dan abu kulit udang. Pati kulit singkong merupakan jenis polimer alami yang cukup potensial di Indonesia. Polimer alami berupa pati dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bioplastik. Pati tersebut dimanfaatkan untuk pembentukan polimer berupa film kedap air yang kuat sebagai bahan dasar pembuatan plastik.

Kulit singkong berpotensi menjadi bahan dasar pembuatan bioplastik dengan tambahan *nanoclay*. *Nanoclay* (tanah liat berukuran nano) berfungsi sebagai penguat tambahan pada bioplastik kulit singkong. Kulit singkong mengandung bahan semi kristal yang terdiri dari dua unit yaitu unit kristal dan unit *amorphous*. Hasil uji difraksi mengalami pergeseran setelah diberi penambahan *nanoclay* pada produk bioplastik kulit singkong. Pergeseran nilai difraksi setelah penambahan *nanoclay* disebabkan karena proses penyisipan dan penegelupasan. Awal pengujian menunjukkan nilai tertinggi hasil difraksi adalah 2θ pada suhu 16.89° dan 19.63° . Akhir pengujian setelah penambahan *nanoclay* uji difraksi tertinggi dicapai pada nilai 2θ pada suhu 16.65° dan 19.69° . Uji kekuatan tensil mengalami peningkatan dan

modulus tarik mengalami penurunan setelah penambahan *nanoclay* (Wahyuningtyas dan Heru, 2018).

Bioplastik yang terbuat dari tepung kulit singkong dengan penambahan chitosan dan uap asap pada perbandingan tertentu memiliki karakteristik yang berbeda. Tepung kulit singkong dengan penambahan *Chitosan* 30% tanpa pemberian asap uap menghasilkan kekuatan tensil yang sangat baik daripada kombinasi yang lain yaitu mencapai 96.04 M Pa. Kekuatan tensil paling rendah didapatkan pada kombinasi antara tepung kulit singkong dengan penambahan *chitosan* sebanyak 40% dan tanpa penambahan uap asap. Adapun sifat perpanjangan terbaik didapatkan pada penambahan *chitosan* sebanyak 30% dengan uap asap sebanyak 2 mL. Nilai perpanjangan yang didapat mencapai 52.27 M Pa. Sedangkan perpanjangan dengan nilai paling rendah adalah 14.87% yang didapatkan pada penambahan chitosan 40% tanpa asap uap (Fathanah *et al.*, 2017).

Biopolimer saat ini banyak dilakukan penelitian untuk dibuat film plastik yang lebih ramah lingkungan menggantikan plastik sintetis. Dalam pembuatan *biopolimer film* juga harus memperhatikan perubahan suhu. Peningkatan suhu dalam pembuatan *biopolimer film* dapat menurunkan presentase pemanjangan *edible films* serta menurunkan permeabilitas terhadap kelarutan dan uap air (Coniwati, *et al.*, 2014).

Harsojuwono *et al.*, (2017) pada penelitiannya mengemukakan bahwa plastik biodegradabel dapat termodifikasi berdasarkan besarnya suhu dan waktu pemanasan. Bahan yang digunakan dalam pembuatan

plastik biodegradabel adalah tepung singkong sebanyak 6% dan gliserol serta sorbitol sebanyak 1%. Suhu dan waktu pemanasan dapat mempengaruhi perubahan kekuatan tensil, perpanjangan serta kekakuan suatu bahan. Pemanasan dengan suhu 50°C selama lima jam dianggap merupakan kombinasi suhu dan waktu yang sangat baik untuk membuat plastik biodegradabel. Suhu 50°C dan waktu pemanasan selama lima jam dihasilkan kekuatan tensil terbaik mencapai 1057.40 M Pa dan kekakuan suatu bahan mencapai 6629.47 M Pa. Sedangkan untuk kemampuan elastisitas suatu plastik didapatkan nilai yang sangat kecil yaitu 15,95% Penurunan permeabilitas terhadap kelarutan dan uap air disebabkan adanya suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi merupakan keadaan dimana granula pada pati memuai terus-menerus dan akhirnya pecah. Suhu gelatinisasi berbeda pada tiap jenis pati. suhu gelatinisasi pada pati jagung sebesar 62-70°C, pati beras sekitar 68-78°C, pati gandum 54.5-64°C, pati kentang 58-66°C dan tapioka 52-64°C (Winarno, 2002).

Pemanfaatan pati polimer selain sebagai bahan film cat digunakan juga sebagai CaCO_3 pada abu kulit udang. CaCO_3 dalam bidang industri biasa digunakan sebagai bahan dasar pembuatan cat maupun semen. Abdurrahman dan Maulana (2014) mengungkapkan bahan dasar pembuatan cat emulsi dapat dilakukan dengan pemanfaatan batu kapur sebagai penyedia kandungan CaCO_3 . Cat didefinisikan sebagai pelapis bahan dengan tujuan untuk memperindah, memperkuat dan melindungi bahan tersebut. Pemanfaatan CaCO_3 untuk mendapatkan senyawa CaO . Senyawa CaO diketahui memberi pengaruh yang signifikan dalam pembuatan cat. hasil optimum produk cat emulsi diperoleh dari

komposisi PVC (*Polyvinyl Chloride*) sebanyak 20% dan CaO sebanyak 26%. Perbandingan optimum tersebut menghasilkan produk cat emulsi dengan padatan total cat sebesar 76,43%, waktu kering cat 36,00 menit, daya sebar cat 8,4 m²/kg dan viskositas cat 110,99 KU.

Mikkelsen, *et al.*, (1997) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa Kulit udang pink (*Pandalus borealis*) ketika didinginkan pada suhu -30°C ditemukan bintik-bintik putih yang menyebar di seluruh permukaan cangkang. Bintik putih tersebut akan terus membesar ketika pendinginan dilakukan secara berkelanjutan. Materi tersebut kemudian diisolasi dari cangkang udang dan dipanaskan. Hasil pemanasan kemudian diuji menggunakan Infrared and Raman Spectroscopy, XRD (*X-Ray Diffraction*), Mikroskop elektron dan analisis EDX (*Energy Dispersive X-Ray*). Hasil uji menunjukkan bahwa bintik putih tersebut mengandung kristal kalsium karbonat dan α -chitin. α -chitin ini memiliki peran yang sangat penting dalam proses kristalisasi karbonat pada waktu membentuk bintik putih.

Kulit udang *vanami* (*Litopenaeus vannamei*) berdasarkan metode analisis data AOAC (2016) mengandung 78.80% kadar air, 12.30% nitrogen total, 1.32% lemak kasar, 5.76% total kadar debu, 2.31% kalsium dan serat pangan 6.65%. Ekstraksi kalsium pada kulit udang dilakukan menggunakan enzim deprotein yang ditambahkan pada cangkang pada suhu 70°C selama dua jam. Garam kalsium yang didapatkan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan SCG (*calcium gluconate*) dan SCL (*calcium lactate*) sebagai aplikasi potensial dalam pembentukan pertahanan susu kedelai (Dechapinan, 2017).

Sintesis CaCO_3 dari bubuk cangkang kerang dilakukan melalui proses pemanasan menggunakan oven pada suhu 50°C selama tujuh hari. Cangkang yang sudah dipanaskan kemudian dihancurkan dan dihaluskan sampai menjadi bubuk. Bubuk CaCO_3 kemudian diemulsikan pada mikroemulsi *oil-in-water* (O/W) ke dalam *magnetic stirrer* menggunakan *stirrer* selama lima menit pada kecepatan 100 rpm sampai membentuk suspensi CaCO_3 . Produk kristal tersuspensi kemudian disaring dan dipanaskan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Uji karakteristik suspensi kalsium berukuran *nano* menggunakan TEM (*Transmission Electron Microscopy*), FESEM (*Field-Emission Scanning Electron Microscopy*), XRD (*X-Ray Diffraction*), FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dan TGA (*Thermo Gravimetric Analysis*) menunjukkan jenis kalsium pada cangkang kerang adalah kalsium karbonat aragonite (Kamba, *et al.*, 2013).

Pemurnian cangkang kerang menjadi CaCO_3 dilakukan melalui tahap valorisasi. Valorisasi adalah suatu proses yang bertujuan untuk menghilangkan air, garam, lumpur dan sisa-sisa daging pada cangkang kerang. Proses kalsinasi dilakukan menggunakan alat *rotary kiln*. Proses pengeringan dilakukan pada suhu 190°C selama 18 menit. Proses pengeringan berfungsi untuk menghilangkan air dan mempermudah proses kalsinasi. Proses pembentukan kalsium (kalsinasi) dikerjakan pada suhu 500°C selama 15 menit. Pembentukan CaCO_3 dapat diperoleh dari pemanasan cangkang diantara suhu 500°C dan 540°C . Suhu maksimum yang dapat digunakan adalah 600°C karena suhu antara 700°C dan 900°C dapat mengubah CaCO_3 menjadi CaO dan CO_2 . Proses selanjutnya adalah pendinginan. Proses pendinginan dilakukan melalui

dua tahap. Tahap pertama adalah penginjeksian air secara menyebar tipis. Proses pertama dilakukan untuk menurunkan suhu produk dari 500°C-600°C menjadi 170°C-190°C. Proses kedua adalah pendinginan udara yang berfungsi untuk menurunkan suhu dari interval 170°C-190°C menjadi 60°C. Produk yang dihasilkan terbukti mengandung 90-95% CaCO₃ murni (Barros, *et al.*, 2009).

Adapun dalam penelitian ekosemen CaCO₃ digunakan sebagai bahan dasar dan berfungsi untuk memperlama nilai tekan selama 28 hari (Ariesta dan Sawitri, 2013).

C. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. H₁: Terdapat komposisi perbandingan pati kulit singkong dan abu kulit udang yang optimal pada perlakuan.

Ho: Tidak terdapat komposisi perbandingan pati kulit singkong dan abu kulit udang yang optimal pada perlakuan.

2. H₁ : Perbandingan kapasitas absorpsi dan waktu ketahanan struktur *film* sesuai.

Ho : Perbandingan kapasitas absorpsi dan waktu ketahanan struktur *film* tidak sesuai.

3. Ho :Perbandingan komposisi *film* tidak berpengaruh terhadap kerapatan pori lapisan.

Ha :Perbandingan komposisi *film* berpengaruh terhadap kerapatan pori lapisan.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian Eksperimen. Metode eksperimen ini menggabungkan antara metode pembuatan bioplastik yang merujuk pada penelitian Fathanah, et. al., (2017) dan ekosemen yang merujuk pada penelitian Abdurrahman dan Maulana (2014). Langkah-langkah metode eksperimen ialah:

A. Desain Penelitian

1. Pemilihan Bahan

Produk yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan bahan berupa limbah industri seperti pati kulit singkong, cangkang udang, aquades, kertas indicator pH dan kertas saring. Masing-masing fungsi bahan tersebut dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 3.1. Fungsi bahan-bahan pembuatan *Ecopaint film*

NO.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Pati dari Kulit Singkong	Sebagai monomer dari karbohidrat
2.	Cangkang Udang:	
	CaCO ₃	Pembentuk pH basa. Memperbaiki kualitas cat yaitu cat lebih kokoh dan tahan lama. Pigment extender filler (zat pengisi) pada cat. Zat perekat.
3.	Aquades	Pencucian bahan dan pengenceran larutan
4.	Glyserol	Plasticizer (mengentalkan bahan)
5.	NaOH	Menyerap CO ₂ di udara bebas

2. Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *furnace*, SEM (*Scanning Electron Microscopy*), panci, gunting, pisau, kapas, *tissue*, *tea bag*, lumpang dan alu, pengaduk, ayakan, gelas beker, cawan petri, *hot plate*, cawan porselen dan pegangan cawan.

B. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan ialah RAK (Rancangan Acak Kasar). Metode penelitian ini menggunakan tiga kombinasi perlakuan dengan pencampuran tepung kulit singkong dan abu cangkang udang dengan perbandingan yang berbeda. Setiap kombinasi diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat sembilan satuan percobaan. Adapun kombinasi tersebut meliputi:

$K_1C_1 = 50\%$ Pati kulit singkong/gram : 50% Abu kulit udang/gram

$K_1C_2 = 30\%$ pati kulit singkong/gram : 70% abu kulit udang/gram

$K_2C_1 = 70\%$ pati kulit singkong/gram : 30% abu kulit udang/gram

Hasil kombinasi perbandingan kulit singkong dan cangkang udang berupa polimer film cat. Polimer yang dihasilkan dapat diamati dari film yang terbentuk dan memenuhi indikator analisis metode pengujian *swelling* dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*),

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini meliputi:

1. Variabel Bebas: presentase perbandingan pembuatan bahan *ecopaint film* untuk cat.

2. Variabel Terikat: jumlah gliserol, pati kulit singkong, NaOH dan CaCO_3 dan kulit udang
3. Variabel Kendali: suhu pemanasan

D. Pembuatan Pati Kulit Singkong

Pati kulit umbi singkong bagian dalam dibersihkan dari kulit paling luar. Kulit terdalam kemudian dipotong-potong dan diblender. Setelah diblender, kemudian disaring. Hasil penyaringan diperoleh air perasan kulit singkong. Air perasan didiamkan selama satu malam. Setelah itu dipisahkan antara lapisan endapan dan air. Endapan atau suspensi kemudian dikeringkan sampai menjadi bubuk.

E. Isolasi CaCO_3 dari Kulit Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*)

Kulit udang *vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) mengandung CaCO_3 (Dechapinan, *et al.*, 2017). Isolasi CaCO_3 dapat dilakukan dengan cara kimiawi maupun fisika (Barros, *et al.*, 2009; Dechapinan, *et al.* 2017; Kamba, *et al.*, 2013; Mikkelsen, *et al.*, 1997). Isolasi secara *physic* dapat dilakukan menggunakan alat *furnace*, *oven* dan *rotary klin* (Abdurrahman dan Farid Maulana, 2014; Barros, *et al.*, 2009; Kamba, *et al.*, 2013). Sedangkan cara kimiawi dapat dilakukan dengan penambahan enzim atau senyawa kimia tertentu seperti asam laktat (Dechapinan, *et al.* 2017). Isolasi CaCO_3 pada penelitian ini menggunakan cara fisika yang membutuhkan waktu lebih singkat yaitu dengan pemanasan kulit udang putih (*Litopenaeus vannamei*) pada suhu 600°C selama 15 menit menggunakan *furnace* (Barros, *et al.*, 2009).

Isolasi CaCO_3 dilakukan di laboratorium Kimia UIN Walisongo, Semarang. Produk hasil dari proses pemanasan kemudian didinginkan sampai suhu 60°C dan ditumbuk halus menggunakan alu kemudian disaring menggunakan saringan dengan ukuran 20 mesh.

F. Pembuatan Ecopaint Film

Film untuk cat dibuat berdasarkan penggabungan dua metode penelitian yaitu metode pembuatan bioplastik dan ekosemen. Pembuatan *film* dapat dilakukan dengan cara polimerisasi antara pati kulit singkong dan kandungan CaCO_3 abu kulit udang. Polimer film dibuat dengan cara penghomogenan setiap bahan pada *hot plate* yaitu pati kulit singkong dengan aquades pada suhu 40°C selama 45 menit. Penghomogenan abu kulit udang dengan aquades pada suhu 45°C selama 45 menit.

Bahan yang sudah dihomogenkan kemudian dicampur dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 60 menit. Pemberian perlakuan berupa perbedaan suhu berdasarkan penelitian karena menyesuaikan suhu gelatinisasi (batas kemampuan suhu mengembang sel) pada pati kulit singkong (Winarno, 2002). Setelah polimer terbentuk untuk memberi sifat elastis polimer ditambahkan gliserol sebanyak sepertiga jumlah pati kulit singkong selama 15 menit pada suhu 70°C . Polimer yang sudah jadi kemudian dicetak dan didinginkan selama satu hari. Polimer yang sudah diukur pH nya kemudian direndam NaOH 1 mol selama satu hari.

G. Uji *swelling*

Pengujian *swelling* dilakukan di laboratorium Biologi UIN Walisongo, Semarang. Metode uji *swelling* yang digunakan adalah metode *tea bag* (Shadegi, 2010). Metode *tea bag* dilakukan dengan cara perendaman produk *ecopaint film* dalam air yang memanfaatkan kantong teh bekas. perendaman dilakukan selama beberapa menit yang sebelumnya telah diukur berat kering polimer dan berat basah kantong teh. Setelah direndam dalam air, lempengan tersebut diangkat dan ditimbang untuk pengukuran berat basahnya. semakin kecil penambahan kadar air dari produk maka semakin baik tingkat film yang dihasilkan. Rumus Uji Swelling adalah sebagai berikut (Nanang dan Heru, 2018):

$$\text{Swelling} = (B2 - B1) / B1 \times 100\%$$

Keterangan: B1 = Berat Awal, B2 = Berat Akhir

H. Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Pengujian SEM dilakukan di Universitas Negeri Semarang pada tanggal 16 Juli 2019. Prinsip kerja SEM ialah permukaan sampel akan terscanning raster mendeflesikan berkas electron. Hasil scan akan tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan kemudian gambar akan tercetak. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi yang berbeda-beda dari sampel (Anggraeni, 2008).

SEM adalah salah satu metode yang dapat mengatasi keterbatasan dan memungkinkan pencitraan (resolusi yang turun

1000 μm) dengan resolusi tinggi. Akan tetapi resolusi kadang-kadang tidak tercapai karena karakteristik sampel biasa. Resolusi yang tidak tercapai dikarenakan keterbatasan antara sifat interaksi balok dan sinyal electron sekunder pada sampel. Untuk mendapatkan transmisi yang tinggi pada SEM dapat dilakukan dengan cara meningkatkan *aperture* (Bogner, et al., 2007).

I. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dalam eksperimen ini menggabungkan dua metode. Metode tersebut adalah pembuatan bioplastik dalam pemanfaatan kitosan dari cangkang udang dan polimer pati kulit singkong serta metode pembuatan ekosemen yang memanfaatkan CaCO_3 dari abu cangkang udang. Secara umum kerangka penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3.1. Bagan kerangka penelitian pembuatan polimer.

J. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara statistik dengan menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan tingkat kepercayaan 95% menggunakan program SPSS 16,0. Untuk pembacaan hasil akan ditinjau lanjuti menggunakan analisis deskriptif.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Pembuatan Sampel

Terdapat tiga kombinasi sampel yang dibuat. Kombinasi tersebut meliputi:

$K_1C_1 = 70\%$ pati kulit singkong/gram : 30% abu kulit udang/gram

$K_1C_2 = 50\%$ pati kulit singkong/gram : 50% abu kulit udang/gram

$K_2C_1 = 30\%$ pati kulit singkong/gram : 70% abu kulit udang/gram

Komposisi perbandingan jumlah pembuatan sampel dapat dilihat melalui tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pembuatan Sampel berdasarkan tiga perlakuan yang merujuk penelitian Fathonah, *et al.*, 2017

Perlakuan	Nama Bahan	Jumlah
I (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 70:30)	Pati kulit sigkong	17,5 gram
	Abu kulit udang	7,5 gram
	Gliserol	6 mL
	NaOH	0,1 mol
	Aquades	25 mL
	Kantong teh bekas	3 buah
	Air	500 mL
II (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 50:50)	Pati kulit sigkong	12,5 gram
	Abu kulit udang	12,5 gram
	Gliserol	2 mL
	NaOH	0,1 mol
	Aquades	25 mL
	Kantong teh bekas	3 buah
	Air	500 mL
III (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 30:70)	Pati kulit sigkong	7,5 gram
	Abu kulit udang	17,5 gram
	Gliserol	2 mL
	NaOH	0,1 mol

	Aquades	25 mL
	Kantong teh bekas	3 buah
	Air	500 mL

2. Uji Swelling

Uji *Swelling* dilakukan dengan metode *tea bag* memanfaatkan kantong teh bekas dengan berat kering kantong 0,02 gram dan berat basah kantong 0,85 gram. Adapun hasil pengamatan uji *Swelling* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Pengamatan Uji Swelling.

Indikator Pengujian Perlakuan	pH	Berat kering	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III
Kontrol	6	-	-	-	-
I (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 70:30)	10	0,52 gram	1,76 gram	1,97 gram	3,14 gram
		0,61 gram	1,97 gram	2,15 gram	3,44 gram
		0,47 gram	1,63 gram	1,88 gram	2,79 gram
II (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 50:50)	11	1,64 gram	3,29 gram	3,84 gram	3,90 gram
		1,76 gram	4,15 gram	4,43 gram	5,10 gram
		1,44 gram	3,43 gram	3,85 gram	5,70 gram
III (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 30:70)	11	0,70 gram	1,98 gram	2,20 gram	2,20 gram
		0,77 gram	2,05 gram	2,14 gram	2,20 gram
		0,80 gram	1,94 gram	2,19 gram	2,20 gram

Keterangan: Setiap perlakuan masing-masing diulang tiga kali dan setiap ulangan masing-masing diamati dan ditimbang tiap satu jam.

Setiap sampel pada pengujian *swelling* pada sampel pertama paling lama bertahan hanya enam jam 30 menit dengan berat rata-

rata 3,44 gram. Sampel kedua bertahan selama 20 jam 30 menit yang mempunyai berat rata-rata 5,69 gram. Kombinasi sampel ketiga bertahan pada perendaman air (*swelling*) selama 24 jam dengan berat rata-rata 2,55 gram. Untuk perhitungan kapasitas absorpsinya setiap kombinasi sampel adalah:

- a. Kapasitas absorpsi uji *swelling* kombinasi pertama dengan perbandingan pati kulit singkong : abu kulit udang sebesar 70 : 30 adalah

Pengulangan pertama

$$Q = \frac{m_2 - m_1 - m_0}{m_0} = \frac{(0,02 + 3,44) - 0,85 - 0,52}{0,52}$$

$$= \frac{3,46 - 1,37}{0,52} = \frac{2,09}{0,52} = 4,019 \text{ mg/g}$$

Pengulangan kedua

$$Q = \frac{m_2 - m_1 - m_0}{m_0} = \frac{(0,02 + 3,86) - 0,85 - 0,61}{0,61}$$

$$= \frac{3,88 - 1,46}{0,61} = \frac{2,42}{0,61} = 3,967 \text{ mg/g}$$

Pengulangan ketiga

$$Q = \frac{m_2 - m_1 - m_0}{m_0} = \frac{(0,02 + 3,02) - 0,85 - 0,47}{0,47}$$

$$= \frac{3,04 - 1,32}{0,47} = \frac{1,72}{0,47} = 3,659 \text{ mg/g}$$

- b. Kapasitas absorpsi uji *swelling* kombinasi kedua dengan perbandingan pati kulit singkong : abu kulit udang sebesar 50 : 50 adalah

Pengulangan pertama

$$Q = \frac{m_2 - m_1 - m_0}{m_0} = \frac{(0,02 + 4,88) - 0,85 - 1,64}{1,64}$$

$$= \frac{4,90-2,49}{1,64} = \frac{2,41}{1,64} = 1,469 \text{ mg/g}$$

Pengulangan kedua

$$Q = \frac{m_2-m_1-m_0}{m_0} = \frac{(0,02+7,19)-0,85-1,76}{1,76}$$

$$= \frac{7,21-2,61}{1,76} = \frac{9,82}{1,76} = 5,579 \text{ mg/g}$$

Pengulangan ketiga

$$Q = \frac{m_2-m_1-m_0}{m_0} = \frac{(0,02+5,06)-0,85-1,44}{1,44}$$

$$= \frac{5,08-2,29}{1,44} = \frac{2,79}{1,44} = 1,937 \text{ mg/g}$$

- c. Kapasitas absorpsi uji *swelling* kombinasi ketiga dengan perbandingan pati kulit singkong : abu kulit udang sebesar 30 : 70 adalah

Pengulangan pertama

$$Q = \frac{m_2-m_1-m_0}{m_0} = \frac{(0,02+2,73)-0,85-0,70}{0,70}$$

$$= \frac{2,75-1,55}{0,70} = \frac{1,2}{0,70} = 1,714 \text{ mg/g}$$

Pengulangan kedua

$$Q = \frac{m_2-m_1-m_0}{m_0} = \frac{(0,02+2,58)-0,85-0,77}{0,77}$$

$$= \frac{2,6-1,62}{0,77} = \frac{0,98}{0,77} = 1,272 \text{ mg/g}$$

Pengulangan ketiga

$$Q = \frac{\square_2-\square_1-\square_0}{\square_0} = \frac{(0,02+2,81)-0,85-0,80}{0,80}$$

$$= \frac{2,83-1,65}{0,80} = \frac{1,18}{0,80} = 1,475 \text{ mg/g}$$

Dari perhitungan tersebut dapat dilihat besar kapasitas absorpsi pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kapasitas absorpsi uji *swelling*.

Perlakuan	I (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 7:30)	II (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 50:50)	III (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 30:70)
Pengulangan I	4,019 mg/g	1,469 mg/g	1,714 mg/g
Pengulangan II	3,967 mg/g	5,59 mg/g	1,272 mg/g
Pengulangan III	3,617 mg/g	1,937 mg/g	1,475 mg/g
Rata-rata	3,867 mg/g	2,995 mg/g	1,487 mg/g

Keterangan: Perhitungan tiap pengulangan merupakan rata-rata perhitungan berat sampel tiap jam.

3. Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

Uji SEM didapatkan hasil berupa data angka dari pengukuran lebar pori berdasarkan skala dengan ukuran perbesaran 5000X. Hasil uji SEM dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rata-rata kerapatan film dengan perbesaran 5000x.

Perlakuan	I (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 70:30)	I (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 50:50)	III (Pati kulit singkong: Abu kulit udang, 30:70)
Rata-rata kerapatan I	1,7592 μm	1,852 μm	1,676 μm
Rata-rata kerapatan II	1,1462 μm	1,346 μm	1,722 μm
Rata-rata kerapatan III	1,6106 μm	1,599 μm	1,699 μm

Keterangan: Rata-rata perhitungan merupakan rata-rata lebar pori tiap bagian lapisan yang diambil secara random.

4. Uji Analisis ANOVA

Tabel data analisis ANOVA diambil dari kombinasi perlakuan yang ditetapkan dan uji yang dilakukan. Data uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data uji ANOVA yang akan dihitung dan dianalisis.

Film	Swelling	SEM
70 Pati : 30 Abu	4,019	1,7592
70 Pati : 30 Abu	3,967	1,1462
70 Pati : 30 Abu	3,617	1,6106
50 Pati : 50 Pati	1,469	1,852
50 Pati : 50 Pati	5,579	1,346
50 Pati : 50 Pati	1,937	1,599
30 Pati : 70 Abu	1,714	1,676
30 Pati : 70 Abu	1,272	1,722
30 Pati : 70 Abu	1,475	1,699

Keterangan: data yang diambil bukan data primer akan tetapi data perhitungan rata-rata.

B. Pembahasan

Kombinasi perlakuan dibedakan menjadi tiga perlakuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh dan hasil uji terbaik dari kombinasi tersebut. Kombinasi yang dipilih berdasarkan hasil penelitian Fathanah *et al.*, (2017) tentang pembuatan bioplastik berpendapat bahwa bioplastik terbaik terbuat dari kombinasi jumlah pati singkong lebih banyak dari pada *chitosan*. Perlakuan penelitian ini mengikuti pola perbandingan dari penelitian sebelumnya pada pembuatan bioplastik yaitu 70% pati kulit singkong/gram : 300% abu kulit udang/gram, 50%

pati kulit singkong/gram : 50% abu kulit udang/gram dan 30% pati kulit singkong/gram : 70% abu kulit udang/gram.



Gambar 4.1. Uji pH sampel menggunakan kertas pH indikator (dokumen pribadi).

Hasil uji menunjukkan bahwa tiap perlakuan memiliki pengaruh yang berbeda. Perbedaan pengaruh ini dapat dilihat dari nilai pH. Nilai pH yang didapatkan dari polimer pertama, kedua dan ketiga berturut-turut adalah 10, 11 dan 11. Hasil pH dapat dilihat pada tabel 4. Berdasarkan hasil pengamatan pH sampel kontrol berupa polimer pati kulit singkong adalah enam. Hal ini membuktikan bahwa sampel kontrol memiliki pH asam sehingga tidak cocok untuk dibuat sebagai bahan pembuatan film. Hal ini menunjukkan bahwa polimer film yang dibuat sesuai dengan literature yaitu pH yang digunakan untuk membuat cat adalah pH basa (Ariesta dan Sawitri, 2013). Selain memenuhi persyaratan dalam pembuatan pH cat, pH basa juga dapat menjadi indikator bahan yang lebih tahan terhadap perkembangan mikroorganisme. pH optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah empat sampai sembilan (Yelti, 2014).

Meningkatkan pH dari asam menjadi basa diperlukan bahan campuran yang bersifat basa dan merupakan bahan yang biasa dipakai untuk pembuatan cat (Rahman dan Maulana, 2014; Ariesta dan Sawitri, 2013). Bahan campuran bersifat basa yang sering digunakan menjadi bahan campuran cat adalah CaCO_3 (Rahman dan Maulana, 2014; Raheem dan Olowu, 2013). CaCO_3 yang dimanfaatkan berasal dari kulit udang yang diabukan menggunakan *furnace*.

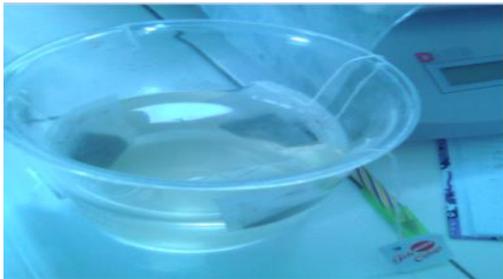
CaCO_3 biasa digunakan sebagai bahan pemberi pH basa juga dimanfaatkan sebagai bahan mempercepat waktu kering dan memperbanyak daya sebar atau disebut sebagai *extender filler* (Rahman dan Maulana, 2014). CaCO_3 juga sering dimanfaatkan untuk pembuatan ekosemen karena dapat mempercepat waktu tekan semen (Ariesta dan Sawitri, 2013).

Polimerisasi terjadi secara sempurna apabila sampel yang sudah dikeringkan dalam cetakan memiliki ciri warna yang merata. Warna merata yang dimaksud adalah warna film pada cetakan semuanya mempunyai kontras warna yang sama. Sebaliknya, ketika warna tidak merata maka polimerisasi pada bahan tersebut tidak terbentuk.



Gambar 4.2. Kerataan warna pada polimer menunjukkan polimerisasi berhasil terbentuk (dokumen pribadi).

Film yang sudah jadi kemudian dilakukan pengujian *swelling* pada suhu normal yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan film dalam menahan air. Pengamatan uji *swelling* dapat dilihat pada tabel 4. Ketiga kombinasi sampel yang masing-masing diulang tiga kali dimasukkan ke dalam kantong teh bekas yang sebelumnya sudah dihitung berat keringnya. Sampel tersebut kemudian direndam di dalam air dan setiap satu jam di timbang menggunakan neraca digital dengan ketelitian 0,01.



Gambar 4.3. Uji *swelling* (dokumen pribadi). Perendaman sampel dalam air sesuai prosedur uji *swelling*.

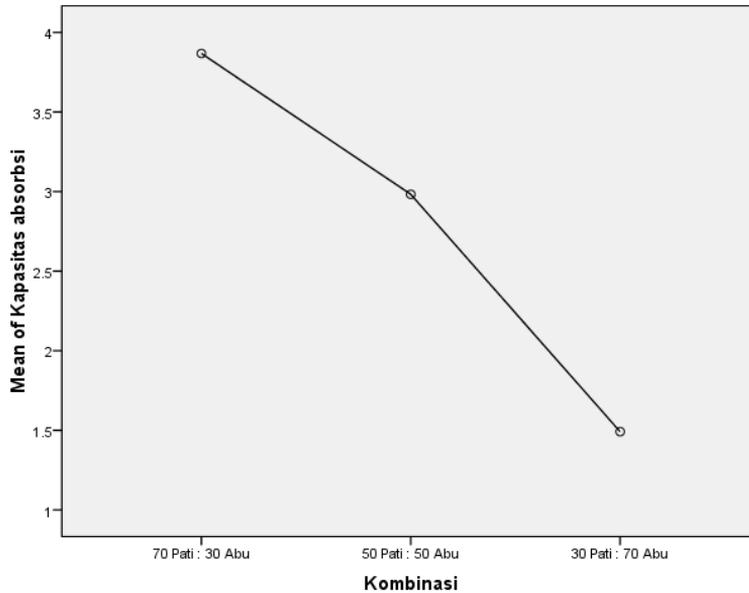
Perlakuan pertama bertahan selama lima jam 30 menit dengan berat akhir pada pengulangan pertama adalah 3,44 gram, pengulangan kedua 3,86 gram dan pengulangan ketiga 3,02 gram. Sampel kedua bertahan 20 jam 30 menit dengan berat akhir pada pengulangan pertama adalah 4,88 gram, pengulangan kedua dengan berat 7,19 gram dan berat pengulangan ketiga 5,06 gram. Sampel ketiga bertahan selama 24 jam dengan berat pengulangan sampel pertama adalah 2,73 gram, berat pengulangan sampel kedua 2,58 gram dan berat pengulangan sampel ketiga adalah 2,81 gram.

Hasil penimbangan berat akhir pada sampel uji *swelling* kemudian dihitung kapasitas absorpsinya. Kapasitas absorpsi yang diperoleh pada

tiap sampel dapat dilihat pada tabel 5. Berdasarkan tabel rata-rata kapasitas absorpsi kombinasi sampel pertama adalah 3,867 mg/g. Besar kombinasi sampel kedua adalah 2,995 mg/g dan besar kapasitas absorpsi sampel ketiga adalah 1,487 mg/g.

Hasil *swelling* yang dilakukan menunjukkan bahwa sampel pertama dengan komposisi perbandingan bahan 70% pati kulit singkong dan 30% abu kulit udang yang mempunyai berat kering 0,52 gram dapat menahan berat air rata-rata 3,867 mg/g selama 5,5 jam. Kombinasi sampel kedua dengan perbandingan bahan 50% pati kulit singkong dan 30% abu kulit udang yang mempunyai berat kering 0,61 dapat menahan rata-rata berat air 2,995 mg/g selama 20,5 jam. Kombinasi sampel ketiga dengan perbandingan 70% abu kulit udang dan 30% pati kulit singkong yang mempunyai berat kering 0,47 mg/g dapat menahan berat air rata-rata 1,487 mg/g selama 24 jam.

Data kemudian dianalisis menggunakan uji *One Way Anova*. Hasil analisis ANOVA untuk uji *swelling* dapat dilihat pada gambar 4.4. Pelakuan menunjukkan hasil yang baik pada uji *swelling* maupun SEM terdapat kehomogenitasan dengan $p > 0,05$. Rata-rata setiap pengujian antar kombinasi sampel juga memiliki perbedaan yang nyata.



Gambar 4.4. Grafik uji analisis ANOVA. Grafik tersebut menunjukkan bahwa tingginya jumlah singkong pada perlakuan berbanding lurus dengan nilai kemampuan absorpsinya.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan kemampuan mengabsorpsi air paling baik terdapat pada perlakuan kombinasi pertama. Perlakuan pertama dapat mengabsorpsi air sebanyak 137,832 mg/g. Sedangkan perlakuan satu dan dua masing-masing hanya mampu mengabsorpsi 537,562 mg/g dan 504,371 mg/g. Akan tetapi, kemampuan mengabsorpsi yang tinggi tidak sebanding dengan lamanya waktu mempertahankan bentuk sampel. Waktu betahan terlama pada pengujian perlakuan terdapat pada kombinasi ketiga.

Urutan kemampuan lamanya waktu dari sampel satu, dua dan tiga berturut-turut adalah lima jam 30 menit, 20 jam 30 menit dan 24 jam.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel yang paling baik adalah kombinasi sampel kedua dengan perbandingan 50% pati kulit singkong dan 50% abu cangkang udang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap satu milligram bahan mampu mengabsorpsi air sebanyak 537,562 mg/g dengan kemampuan menahan air selama 20 jam 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa film dapat bertahan walaupun diguyur air selama hampir satu hari secara terus-menerus. Sedangkan sampel satu dan dua masing-masing hanya mampu mengabsorpsi 137,832 mg/g dan 504,371 mg/g selama 5,5 jam dan 24 jam.



Gambar 4.5. Sampel setelah perendaman air dalam uji *swelling*. Tekstur sampel setelah keluar dari dalam air berbentuk seperti *slime* dan padat.

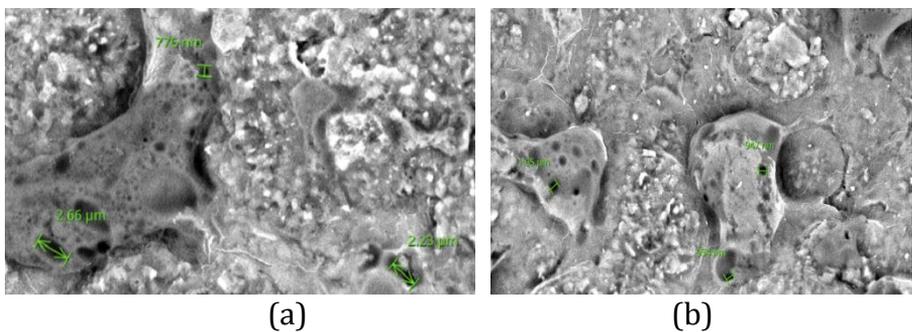
Kemampuan penyerapan air yang baik dan waktu bertahan yang lama didapatkan pada sampel kedua karena jumlah komposisi pati dan abu seimbang. Bahkan struktur sampel yang mulai rusak ketika dikeluarkan dari air didapatkan bentuk struktur yang kenyal dan padat. Semakin banyak kandungan pati pada sampel maka semakin besar berat

air yang terabsorpsi. Sel pati diketahui dapat mengabsorpsi air. Selain pati, gliserol juga dapat mengikat molekul air pada lapisan (Agustin dan Padmawijaya, 2016). Setiap perlakuan pemberian presentase gliserol menyesuaikan presentase jumlah pati per gram. Jumlah gliserol yang ditambahkan adalah sepertiga dari jumlah pati kulit singkong (Agustin dan Padmawijaya, 2016). Kemampuan mengikat air pada pati dan gliserol dapat dilihat dari hasil eksperimen yang dilakukan. Perlakuan pertama dengan komposisi pati 70% dan komposisi abu 30%. memiliki tingkat kapasitas absorpsi yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain yaitu 3,867 mg/g. Akan tetapi, karena jumlah abu lebih sedikit maka kemampuan bertahan di dalam air juga tidak berlangsung lama. Kandungan abu yang digunakan sebagai campuran polimer film ini adalah CaCO_3 . CaCO_3 yang digunakan diambil dari proses pembakaran kulit udang. Menurut penelitian Barros, *et al.* (2009) kulit udang ketika dibakar pada suhu antara 550°C sampai 700°C pada *furnace* akan didapatkan kandungan 90-95% CaCO_3 murni (Barros, *et al.*, 2009).

Hasil pemanasan kulit udang pada interval suhu 550°C sampai 700°C dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan ekosemen. Ekosemen yang dibuat menggunakan komposisi dari hasil pembakaran teruji mempunyai ketahanan lebih lama dan daya rekat yang tinggi karena banyaknya jumlah kandungan CaCO_3 . Hal ini dapat dibuktikan dari data yang telah diperoleh berdasarkan lama waktu perendaman sampel. Sampel dengan komposisi CaCO_3 lebih banyak dapat memberi efek ketahanan struktur sampel di dalam air. Lamanya waktu bertahan di dalam air diperoleh pada sampel ketiga yaitu selama 24 jam. Akan

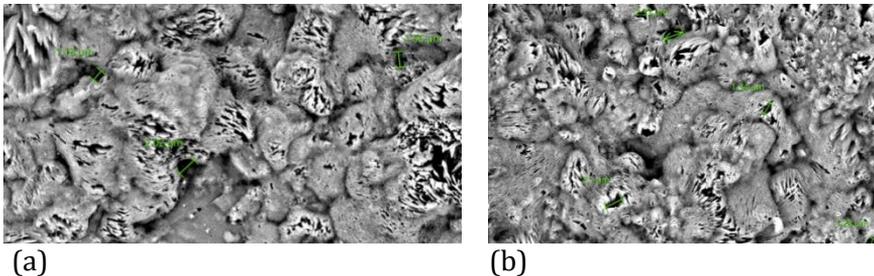
tetapi, sampel ketiga hanya mampu mengabsorpsi air dengan rata-rata sebesar 1,487 mg/g.

Pengujian ketiga adalah uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Uji SEM digunakan untuk melihat secara material kerapatan lapisan film yang dibuat. Data yang diperoleh adalah rata-rata kerapatan pada lapisan film dengan perbesaran 5000x yang diambil secara random pada dua daerah berbeda. Rata-rata kerapatan lapisan film pada perlakuan pertama adalah 1,7592 μm . Rata-rata kerapatan didapatkan dari perhitungan satu foto area yang diambil secara acak. Setiap area yang diambil dihitung lebar lima pori yang terlihat. Area pertama pada perlakuan pertama didapatkan lebar pori masing-masing 776 nm; 2,66 μm ; 1,13 μm ; 2 μm dan 2,23 μm . Perlakuan kedua memiliki kerapatan rata-rata 1,1462 μm . Rata-rata tersebut diambil dari lebar pori yang teramati yaitu 947 nm; 954 nm; 1,19 μm ; 1,59 μm dan 1,05 μm . Ukuran pori dapat dilihat pada gambar 4.6. Penampakan pori dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Pengukuran pori sampel perlakuan pertama pada uji SEM perbesaran 5000x. (a) Ulangan 1. (b) Ulangan 2.

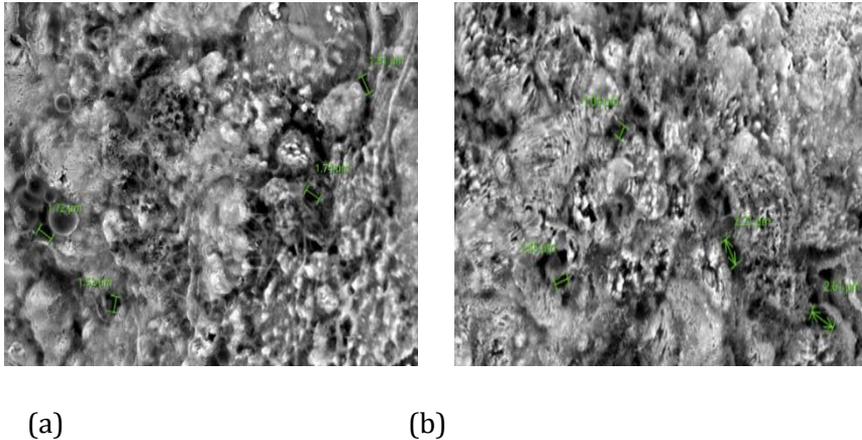
Pengamatan SEM pada perlakuan kedua juga diambil dua daerah yang berbeda secara random. Daerah pertama memiliki kerapatan rata-rata $1,852 \mu\text{m}$. Rata-rata ini merupakan hasil perhitungan dari rata-rata lebar pori sesuai penampakan di daerah pertama atau kedua. Daerah pertama didapatkan data lebar pori $1,12 \mu\text{m}$; $1,85 \mu\text{m}$; $1,18 \mu\text{m}$; $1,56 \mu\text{m}$ dan $2,02 \mu\text{m}$. Daerah kedua didapatkan data lebar pori $2,21 \mu\text{m}$; $2,33 \mu\text{m}$; $1,34 \mu\text{m}$; $2,1 \mu\text{m}$ dan $1,28 \mu\text{m}$. Rata-rata daerah kedua memiliki rata-rata kerapatan $1,346 \mu\text{m}$. Penampakan pori dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Pengukuran pori sampel perlakuan kedua pada uji SEM perbesaran 5000x. (a) Ulangan 1, (b) Ulangan 2.

Pengamatan SEM pada perlakuan ketiga juga diambil dua daerah yang berbeda secara random. Daerah pertama memiliki kerapatan rata-rata $1,852 \mu\text{m}$. Rata-rata ini merupakan hasil perhitungan dari rata-rata lebar pori sesuai penampakan di daerah pertama atau kedua. Daerah pertama didapatkan data lebar pori $1,81 \mu\text{m}$; $1,74 \mu\text{m}$; $1,72 \mu\text{m}$; $1,52 \mu\text{m}$

dan 1,82 μm . Daerah kedua memiliki rata-rata kerapatan 1,722 μm . Data lebar pori yang didapatkan adalah 1,45 μm ; 2,21 μm ; 1,07 μm ; 2,61 μm dan 1,04 μm . Penampakan pori dapat dilihat pada gambar 4.8.

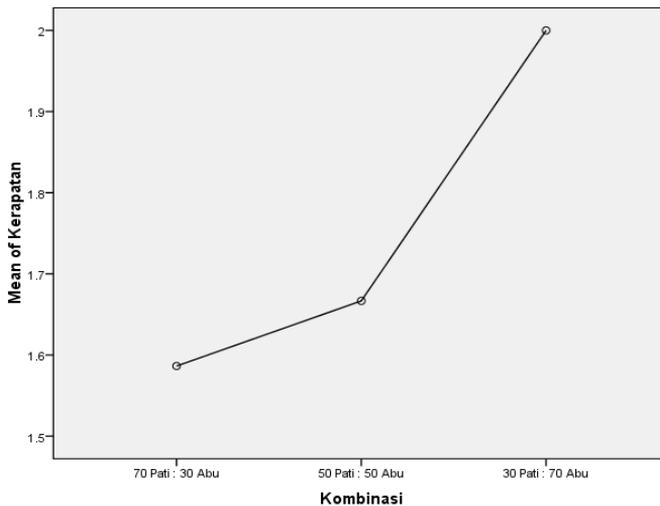


Gambar 4.8. Pengukuran pori sampel ketiga pada uji SEM perbesaran 5000x. (a) Ulangan 1, (b) Ulangan 2.

Hasil uji SEM menunjukkan bahwa sampel perlakuan dengan komposisi perbandingan pati atau CaCO_3 lebih banyak, memiliki kenampakan lebar pori lebih besar dibandingkan sampel dengan jumlah perbandingan yang sama. Mikrostruktur yang lebih kasar dan lebar dapat menjadikan transmisi uap air pada lapisan tersebut sangat tinggi. Transmisi uap air yang tinggi dapat menjadikan sampel film lebih rentan terhadap air dan kurang mampu mempertahankan strukturnya di dalam air (Supeni, *et al.*, 2015).

Standar Nasional Inonesia (SNI) tidak menjelaskan secara khusus berapa ukuran pori-pori kecil yang terstandar pada pembuatan film. Menurut Syarief, *et al.*, (1989) Film plastik dapat menahan serangan

mikroba seperti kapang, khamir dan bakteri apabila tidak ada lubang-lubang yang sangat kecil (*pinholes*) pada permukaannya. Sesuai data yang diperoleh diketahui bahwa semakin kecil pori (*pinholes*) pada lapisan film maka semakin baik kualitas film tersebut.



Gambar 4.9. Grafik perbandingan kerapatan pori lapisan dengan kombinasi perlakuan menggunakan uji ANOVA.

Hasil seluruh pengujian yang telah dilakukan baik uji pH, uji *swelling* maupun uji SEM diperoleh bentuk film terbaik pada sampel kedua dengan perbandingan 50% pati kulit singkong dan 50% abu kulit udang. Hasil analisis uji ANOVA dapat dilihat pada gambar 4.9. Hal ini dikarenakan kandungan pati berpotensi sebagai film yang dapat mempertahankan struktur dalam rendaman air dan kandungan CaCO_3 pada abu kulit udang yang berfungsi seperti cat dan film yang bisa

menempel pada tembok dan memperpanjang waktu bertahan sampel dalam rendaman air. Kemampuan absorpsi yang besar serta lamanya waktu bertahan sampel ketika diguyur air secara terus menerus dipengaruhi komposisi bahan. Semakin banyak kandungan pati maka semakin besar air yang dapat diserap dan semakin banyak kandungan abu maka semakin lama waktu bertahan film di dalam air.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data, penulis akan memaparkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi perbandingan pati kulit singkong dan abu kulit udang yang optimal untuk pembuatan *ecopaint film* adalah pada perlakuan: 50% pati kulit singkong dan 50% abu kulit udang.
2. Kemampuan kapasitas absorpsi dan waktu ketahanan struktur film berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai kapasitas absorpsinya maka semakin cepat waktu ketahanan strukturnya. Hal ini bisa di buktikan pada nilai $P > 0,05$.
3. Kerapatan struktur lapisan berbanding lurus dengan jumlah abu kulit udang. Semakin tinggi kerapatan struktur lapisan maka semakin tinggi jumlah komposisi abu kulit udangnya. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai $P > 0,05$.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis akan memaparkan beberapa saran yaitu:

1. Untuk meningkatkan kualitas bahan perlu dibuat beberapa komposisi kombinasi perlakuan bahan dengan presentasi yang berbeda.
2. Hasil uji *swelling* menunjukkan sampel yang memiliki kemampuan kapasitas absorpsi tidak berbanding lurus dengan kemampuan

waktu bertahan dan sebaliknya. Maka, diharapkan penelitian selanjutnya dapat ditemukan hasil uji *swelling* yang lebih baik yaitu kemampuan kapasitas absorpsi berbanding lurus dengan kemampuan waktu bertahan.

3. Diharapkan *Ecopaint film* yang dibuat dapat menjadi solusi cat ramah lingkungan yang berfilm sehingga lebih tahan air. Hasil uji SEM menunjukkan bahwa pada lapisan film masih ditemukan lubang. Maka, penelitian selanjutnya diharapkan dapat membuat film untuk *Ecopaint* tanpa atau dengan pori yang lebih rapat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Yuana Elly dan Karsono Samuel Padmawijaya. 2016. Sintesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok Dengan Penambahan Zat Aditif. *Jurnal Teknik Kimia*. 10(2). hlm. 44-45.
- Anggraeni, Nuha Desi. 2008. Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite. *Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*. hlm. 52.
- Ariesta, Frieska S dan Dyah Sawitri. 2013. Studi Eksperimental Pembuatan Ekosemen dari Abu Sampah dan Cangkang Kerang sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen. *JURNAL TEKNIK POMITS*. 2(2). hlm. 162-165.
- Asiah. Tt. *Uji Biodegradasi Bioplastik dari Khitosan Limbah Kulit Udang dan Tapioka*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Barros, M. C., P. M. Bello, M. Bao, J. J. Torrado. 2009. From Waste to Commodity: Transforming Shells into High Purity Calcium Carbonate. *Journal of Cleaner Production*. 17(2009). hlm. 400-407.
- Bogner, A., P.-H. Jounneau, G. Thollet, D. Basset, C. Gauthier. 2007. A history of scanning electron microscopy developments: Towards “wet-STEM” imaging. *ScienceDirect*. hlm. 393.
- Cereda, M.P. and Mattos, M.C.Y. 1996. Linamarin-The Toxic Compound of Cassava. *Journal of Venomous Animals and Toxins*. 2(1), hlm. 6-12.
- Coniwanti, Pamilia., Linda Laila dan Mardiyah Rizka Alfira. 2014. Pembuatan FilmPlastik Biodegradabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(20).
- Dechapinan, Saranaya., K. Judprasong, N. On-nom, N. Thangsupoom. 2017. Calcium from Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

- Shells: Properties and Function as Fortificant in Soy Milk. *Food and Applied Bioscience Journal*. 5(3). hlm. 176-195.
- Departemen Agama RI.. 2006. *Al-Qu'an dan Terjemahnya*. Jakarta: Cahaya Al-quran
- Djaafar, T.F. dan Rahayu, S. 2003. *Ubi Kayu dan Olahannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fathonah, U., M. R. Lubis, F. Nasution dan M. S. Masyawi. 2017. Characterization of Bioplastic Based from Cassava Crisp Home Industrial Waste Incorporated with Chitosan and Liquid Smoke. *Materials Science and Engineering*. 10(334). hlm. 3-6.
- Grace, M.R. 1997. *Cassava Processing*. Roma: Food and Agriculture Organization of United Nations.
- Halim, Abdul., M. Cakrawala dan Naif Fuhaid. 2017. Penambahan CaCO_3 , CaO , dan CaOH Pada Lumpur Lapindo Agar Berfungsi Sebagai Bahan Pengikat. *Prosiding SENTIA*. 9 (2085-2347).
- Haliman, R.W dan Dian A.S. 2006. *Udang Vannamei*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Harsojuwono, Bambang Admadi., I Wayan Arnata dan Srimulyani. 2017. Biodegradable Plastic Characteristics of Cassava Starch Modified in Variations Temperature and Drying Time. *Chemical and Process Engineering Research*. 49 (2224-7467). hlm. 2-4.
- Herbarium Medanense. 2016. *Hasil Identifikasi Herbarium Medanense (MEDA)*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Kamba, A. S., M. Ismail, T. Azmi, T. Ibrahim, Z. A. B. Zakaria. 2013. Synthesis and Characterisation of Calcium Carbonate Aragonite Nanocrystals from Cockle Shell Powder (*Anadara granosa*). *Journal of Nanomaterials*. 2013. hlm. 1-9.
- Kordi, K. M. Ghufuran. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: PT Rineka Cipta., hlm.208.

- Mawarda, P.C., Triana, R., dan Nasrudin. 2011. Fungsionalisasi Limbah Cangkang Udang Untuk Meningkatkan Kandungan KalsiumSusu Kedelai Sebagai Penambah Gizi Masyarakat. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mekkelsen, A., S. B. engelsen, H. C. B. Hansen, O. Larsen, L. H. Skibsted. 1997. Calcium Carbonate Crystallization in the S-Chitin Matrix of the Shell of Pink Shrimp (*Pandalus borealis*) during Frozen Storage. *Journal of Crystal Growth*. 177 (1997). hlm. 125-134.
- Mujiman, A, dan Suyanto, R. 2003. *Budidaya Udang Windu*. Jakarta: Penebar Swadaya., hlm. 211.
- Muzzarelli, R.A.A and P.P. Joles. 2000. *Chitin and Chitinases; Biochemistry of Chitinase*. Switzerland, Birkhauser Verlag.
- Nather, A., Zameer, A. 2005. *Bone Grafts And Bone Substitutes-Basic Science and Clinical Application*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Ngginak, James., Haryono Semangun, Jubhar C. Mangimbulude, dan Ferdy S. Rondonuwu. 2013. Komponen Senyawa Aktif pada Udang serta Aplikasinya dalam Pangan. *Sains Medika*. 5 (2). hlm. 129-130.
- Pratomo, Heru dan Eli Rohaeti. 2011. Bioplastik *Nata De Cassava* Sebagai Bahan *Edible Film* Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Sainstek*. 16(2). hlm.174-175.
- Purnowo dan Purnamawati, H. 2007. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Unggul*. Depok: Penebar Swadaya.
- Raheem, A. A dan O. A. Olowu. 2013. Production of Household Paint using Clay Materials. *International Journal of Engineering Research and Applications*. 3(2). hlm. 86.
- Rahman, Abd., dan Farid Mulana. 2014. Studi Pembuatan Cat Tembok Emulsi dengan Menggunakan Kapur sebagai Bahan Pengisi. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 10 (2): hlm. 63-64.

- Rukaman, R. 2002. *Ubi Kayu: Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- S., Frieska Ariesta dan Dyah Sawitri. 2013. Studi eksperimental Pembuatan Ekosemen dari Abu Sampah dan Cangkang Kerang Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen. *JURNAL TEKNIK POMITS*. 2 (2).
- Sadjad, S. 2000. *Bahan Pangan Sumber Karbohidrat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Siregar, Amir Hamzah. 2004. *Sintesis dan Karakterisasi Homopolimer Emulsi Poli (MetilMetakrilat) Dengan Variasi Konsentrasi Surfaktan dan Zat Pengalih Rantai*. Sumatra Utara: e-USU Repository.
- Shadegi, M. 2010. Synthesis and Swelling Behavior of Graft Copolymer Based on Chitosan-g-poly (AA-co-HEMA). *International Journal of Chemical Engineering and Application*. 1(4). ISSN: 2010-0221.
- Shihab, M. Quraish. *Membumikan Al-Qur'an, Fungsi Dan Peran Wahyu, Dalam Kehidupan Masyarakat*, 1994, Mizan, Bandung.
- Sperling, L.H., 1986. *Introduction to Physical Polymer Science*. John Wiley & Sons, Inc : New York.
- Stevens, M. P. 2001. *Kimia Polimer*. Diterjemahkan oleh Iis Sopyan. Pradya Paramita. Jakarta. Hlm. 33-35.
- Supeni, G dan S. Irawan. 2012. Pengaruh Penggunaan Kitosan terhadap Sifat Barrier Edible Film Tapioka Termodifikasi. *Jurnal Kimia dan Kemasan* 34(1). hlm., 199-206.
- Suprpti, L. 2005. *Tepung Tapioka Pembuatan dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Syarief, R., S. Santausa dan S. Isyana. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Wahyuningtyas, Nanang Eko dan Heru Suryanto. 2018. Properties of Cassava Starch based Bioplastic Reinforced by Nanoclay. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*. 2 (1). hlm. 21-24.
- Winarno, FG. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.
- Wowor, Andre R.Y., B. Bagau., I. Untu., dan H. Liwe. 2015. Kandungan Protein Kasar, Kalsium, dan Fosfor Tepung Limbah Udang sebagai Pakan yang diolah dengan Asam Asetat (CH₃COOH). *Jurnal Zoetek*. 35(1).
- Yelti, S.C., Delita, Z., Fibriarti, B.L. (2014). Formulasi Biofertilizer Cair Menggunakan Bakteri Pelarut Fosfat Indigenus Asal Tanah Gambut Riau. *Jurnal JOM FMIPA*, 1(II), 651-662.
- Anonim. Tt. Direktori Perusahaan Manufaktur Terlengkap di Indonesia. <https://manufakturindo.com.company/detail/pt-misaja-mitra.html> diakses pada tanggal 25 April 2019 jam 23.45 WIB

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1



Gambar 1.1. Pembuatan polimer kombinasi 1, 2 dan 3 (dokumen pribadi).

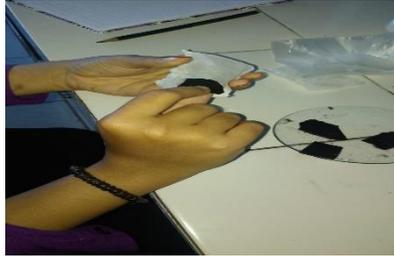


Gambar 1.2. Perbedaan hasil polimer 1, 2 dan 3 (dokumen pribadi).

Lampiran 2



Gambar 2.1. Pemanfaatan *tea bag* bekas dan pemasukan sampel uji *swelling*(dokumen pribadi).



Gambar 2.2. Sampel uji *swelling*(dokumen pribadi).



Gambar 2.3. Proses uji *swelling*(dokumen pribadi).

Lampiran 3



Gambar 3.1. Cat mandi lebih mengelupas.



di area kamar berpotensi cepat (dokumen pribadi)

Gambar 3.2. singkong kulit paling pribadi).



Pemisahan kulit bagian dalam dengan luar (dokumen pribadi)



Gambar 3.3. Penghalusan kulit singkong (dokumen pribadi).



Gambar 3.4. Proses penyaringan (dokumen pribadi).

Lampiran 4



Gambar 4.1. Proses pemisahan air kulit singkong dari residunya (dokumen pribadi).

Gambar 4.2. Filtrat diendapkan selama satu hari (dokumen pribadi).



Gambar 4.3. Pati yang mengendap dipisahkan dari air dan dijemur (dokumen pribadi).

Gambar 4.5. Proses penghalusan pati (dokumen pribadi)



Lampiran 5

Gambar 5.1. Pengambilan sampel di PT. Misaja Mitra Pati (dokumen pribadi).



Gambar 5.2. Pemisahan kulit udang dari leminya (dokumen pribadi).

Gambar 5.3. Pengeringan kulit udang (dokumen pribadi).



Gambar 5.4. Kulit udang yang sudah kering (dokumen pribadi).



Gambar 6.1. Penyimpanan kulit udang yang sudah kering (dokumen pribadi).

Gambar 6.2. Proses pengabuan (dokumen pribadi).



Gambar 6.3. Kulit udang yang sudah menjadi abu (dokumen pribadi).



Gambar 6.4. Penghalusan abu (dokumen pribadi).



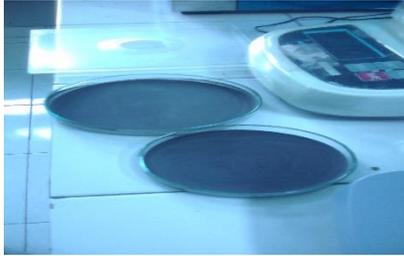
Gambar 7.1. Penimbangan sampel (dokumen pribadi).



Gambar 7.2. Pelabelan sampel yang sudah ditimbang (dokumen pribadi).



Gambar 7.3. Polimerisasi (dokumen pribadi).



Gambar 8.1. Pengeringan polimer film (dokumen pribadi).



Gambar 8.2. Pemotongan polimer film untuk uji *swelling* (dokumen pribadi).

r 8.3. Penimbangan berat kering polimer film (dokumen pribadi).



Gamba



Gambar 8.4. Perendaman polimer film dengan NaOH (dokumen pribadi).

Lampiran 9



Gambar 9.1. Pengeringan polimer film (dokumen pribadi).



Gambar 9.2. Polimer film setelah uji *swelling* (dokumen pribadi).



Gambar 9.3. Pengujian pH (dokumen pribadi).



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034

singkong-udang-30-70





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034

singkong-udang-70-30





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034







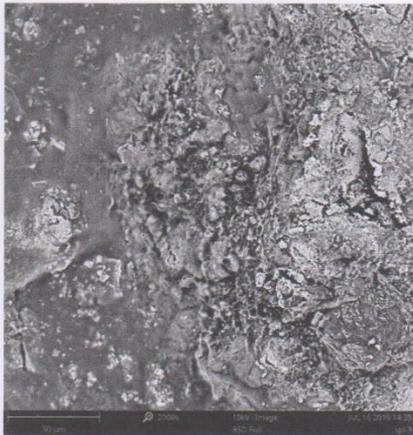
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034

singkong-udang-50-50



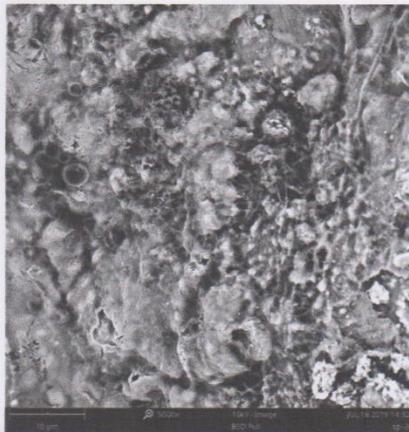


KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034





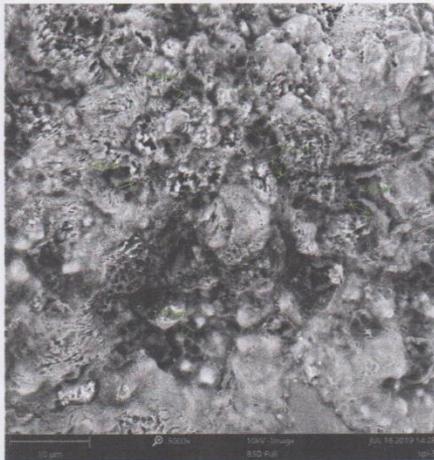
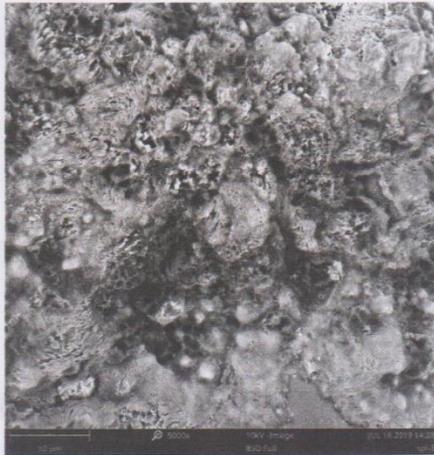
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034

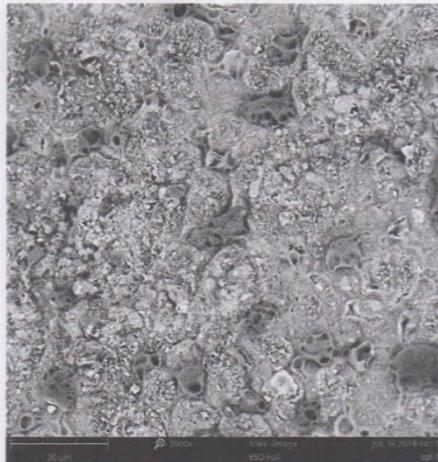




KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034

singkong-udang-30-70





RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Diyaul Haq
2. Tempat & Tgl. Lahir : Pati, 26 Juli 1997
3. Alamat Rumah : Asempapan, RT/RW 003/001
Kecamatan Trangkil Kabupaten Pati.
4. HP : 082332301155
5. E-mail : dhiyaulhaque97@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:

- a. RA Uswatun Hasanah, Asempapan, Trangkil, Pati
- b. MI Silahul Ulum, Asempapan, Trangkil, Pati
- c. MTs Raudlatul Ulum, Guyangan, Trangkil, Pati
- d. MA Raudlatul Ulum, Guyangan, Trangkil, Pati

2. Pendidikan Non-Formal:

- a. Ma'had Jami'ah Walisongo, Semarang
- b. Pesantren Riset Al-Khawarimi, Mijen, Semarang
- c. SMART ILC (International Language Center), Pare Kediri

C. Prestasi Akademik (kalau ada)

- a. Peserta OSN (Olimpiade Sains Nasional) tahun 2016
- b. Peserta OSN tahun 2017
- c. Peserta Quick and Smart tingkat Jawa Tengah
- d. Peserta semifinal LKTIN di UIN Sunan Kalijaga
- e. Peserta LKTIN di Universitas Muria Kudus

Semarang, 31 Juli 2019

Diyaul Haq

NIM : 1508016007