



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202006364, 14 Februari 2020

Pencipta

Nama : **Yustinah, Ummul Habibah Hasyim, , dkk**

Alamat : Jl. Kedondong III Blok TT No. 6-7 Harapan Indah, RT. 014 RW. 020
Kel. Pejuang Kec. Medan Satria, Bekasi, Jawa Barat, 17131

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Yustinah, Ummul Habibah Hasyim, , dkk**

Alamat : Jl. Kedondong III Blok TT No. 6-7 Harapan Indah, RT. 014 RW. 020
Kel. Pejuang Kec. Medan Satria, Bekasi, 8, 17131

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Karya Tulis Lainnya**

Judul Ciptaan : **PROSEDUR PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI
KULIT KACANG TANAH DAN KITOSAN DENGAN PLASTICIZER
GLISEROL**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 25 Januari 2020, di Jakarta

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000179570

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Yustinah	Jl. Kedondong III Blok TT No. 6-7 Harapan Indah, RT. 014 RW. 020 Kel. Pejuang Kec. Medan Satria
2	Ummul Habibah Hasyim	Taman Elang Blok Q No. 10 RT. 003 RW. 010 Kel. Periuk Kec. Periuk
3	Syamsudin AB	Komplek Griya Salak Asri Blok C-10/7 RT. 001 RW. 009 Kel. Cinangka Kec. Ciampea

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Yustinah	Jl. Kedondong III Blok TT No. 6-7 Harapan Indah, RT. 014 RW. 020 Kel. Pejuang Kec. Medan Satria
2	Ummul Habibah Hasyim	Taman Elang Blok Q No. 10 RT. 003 RW. 010 Kel. Periuk Kec. Periuk
3	Syamsudin AB	Komplek Griya Salak Asri Blok C-10/7 RT. 001 RW. 009 Kel. Cinangka Kec. Ciampea



PROSEDUR

Pembuatan Plastik Biodegradabel Dari Kulit Kacang Tanah Dan Kitosan Dengan Plastizicer Gliserol

Yustinah
Ummul Habibah Hasyim
Syamsudin AB

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA

2020

RINGKASAN

Plastik merupakan salah satu bahan yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Plastik yang banyak dipakai saat ini sebagian besar merupakan polimer sintetik terbuat dari minyak bumi, yang bersifat sulit terurai di alam, sehingga akan semakin meningkatkan pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi masalah lingkungan ini, salah satunya yaitu mengembangkan bahan plastik biodegradable (bioplastik) yang mudah terurai di alam. Bioplastik ini dibuat dari kulit kacang tanah dan kitosan, dengan menggunakan plasticizer gliserol yang berfungsi untuk elastisitas plastik. Metode yang digunakan adalah menggunakan inversi fasa dengan variabel bebas konsentrasi kitosan (0,5 – 2,5 gr) yang ditambahkan. Kulit kacang tanah mula-mula dilakukan proses delignifikasi, pengilangan hemiselulosa dan bleaching, sehingga diperoleh serbuk selulosa kulit kacang tanah. Kemudian campuran selulosa kulit kacang tanah, kitosan, gliserol dan larutan asam asetat 1% dipanaskan sampai menjadi bubur. Selanjutnya dilakukan pencetakan dan pengeringan. Hasil bioplastik dianalisa dengan uji ketahanan air, uji kuat tarik, uji elongasi. Produk bioplastik dengan uji ketahanan air (*swelling*) yang optimum diperoleh pada bioplastik variasi 1 gr kitosan, sebesar 82% . Uji mekanik kuat tarik dan elongasi bioplastik terbaik terdapat pada variasi 2,5 gr kitosan. Untuk uji kuat tarik sebesar 0,245 kg/cm² dan untuk hasil uji elongasi sebesar 18%.

Kata kunci : Bioplastik , Inversi Fasa, Kitosan , Kulit Kacang Tanah, Selulosa

1. Pendahuluan

Produksi plastik di Indonesia mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan konsumsi masyarakat, khususnya untuk plastik kemasan. Pada saat ini banyak dipakai plastik dari minyak bumi yang bersifat tidak mudah terurai di alam. Plastik yang tidak terurai menyebabkan penumpukan limbah plastik dalam jumlah besar. Penumpukan limbah plastik dalam skala besar dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan yang serius (Syamsu et al., 2008). Sehingga dibutuhkan bahan baku kemasan plastik yang bersifat mudah terurai (Plastik biodegradable). Plastik biodegradable merupakan plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami untuk menjadi senyawa yang lebih ramah lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan alternatif plastik ramah lingkungan yang berasal dari bahan yang dapat terurai di lingkungan, tersedia di alam dalam jumlah besar, dan dapat menghasilkan produk berkekuatan sama dengan plastik sintetik (konvensional).

Sebelumnya plastik biodegradable ini sudah pernah dibuat dengan menggunakan bonggol jagung, kitosan dan singkong sebagai bahan dasar, yang kandungan utamanya adalah pati atau kitin, namun plastik ini secara elastisitas dan kekuatannya masih sangat kurang. (Astuti, 2010). Bahan alternatif lain yang dapat dimanfaatkan adalah selulosa limbah kulit kacang tanah sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable* (bioplastik).

Kulit kacang tanah merupakan salah satu limbah biomassa yang menarik untuk diteliti. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi kacang tanah Indonesia pada tahun 2009 mencapai 763.507 ton. Sedangkan produksi kacang tanah lokal Sulawesi Selatan pada tahun 2009 adalah 28.781 ton yang menempatkan Sulawesi Selatan sebagai daerah penghasil kacang tanah terbesar keenam setelah Jawa timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Yogyakarta, dan Nusa Tenggara Barat. Jika berat kulit kacang tanah 30% dari berat keseluruhan kacang tanah, maka kuantitas limbah kulit kacang tanah di Indonesia mencapai 229 ribu ton per tahun (Ensminger, dkk., 1993). Dengan kandungan kulit kacang tanah tersusun atas selulosa (63,5%), lignin (13,2%), dan abu (3,6%), sehingga kulit kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai bahan bioplastik.

2. DASAR TEORI

A. Bioplastik

Bioplastik adalah plastik yang secara alamiah dapat dengan mudah terdegradasi dengan serangan mikro organisme dan cuaca (kelembaban dan radiasi sinar matahari). Bioplastik atau yang sering disebut plastik biodegradable, merupakan salah satu jenis plastik yang hampir keseluruhannya terbuat dari bahan yang dapat diperbarui, seperti pati, minyak nabati, dan mikrobiota. Ketersediaan bahan dasarnya di alam sangat melimpah dengan keragaman struktur tidak beracun. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik. Penggunaan utama bioplastik ditujukan untuk kemasan, pelayanan makanan sekali pakai, dan serat aplikasi. (Christin,2013)

Bioplastik dapat dibuat dengan berbagai teknik dan metode sesuai dengan tujuannya. Bioplastik diproduksi pada skala industri dalam bentuk PCL (*poli-ε-kaprolakton*), PHB (*poli-β-hidroksi butirat*), PBS (*poli butilena suksinat*), dan PLA (*polilactic acid*). Bahannya pun dapat berupa bahan yang dapat diperbarui seperti pati dalam pembuatan PLA atau minyak bumi seperti pada pembuatan PCL.

Berdasarkan bahan baku yang dipakai, plastik biodegradable (bioplastik) dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bio-aktif yang bersifat biodegradable, dan kelompok kedua adalah dengan keseluruhan bahan baku dari sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) seperti dari bahan tanaman pati dan selulosa sabut kelapa serta hewan seperti cangkang atau dari mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk mengakumulasi plastik yang berasal dari sumber tertentu seperti lumpur aktif atau limbah cair yang kaya akan bahan-bahan organik sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tersebut. (Ervan,2012)

Kegunaan Bioplastik sering dimanfaatkan untuk barang-barang sekali pakai seperti kemasan, kantong belanja, alat catering sekali makan dan untuk keperluan pembungkus bahan-bahan makanan lainnya. Untuk kemasan makanan, bioplastic aman untuk digunakan terbuat dari bahan-bahan yang tidak akan menimbulkan reaksi kimia saat makanan dikemas. Bahkan tidak hanya itu, jenis bioplastic dengan sample setebal 2 mm bisa terurai 90% menjadi CO₂ dalam 6 bulan, jadi dapat menguntungkan juga untuk lingkungan. Namun bioplastic masih sulit diaplikasikan oleh industri karena bahan baku yang menurutnya bisa lebih mahal hingga dua kali lipat dibandingkan dengan plastik

konvensional. Selain itu, daya tahan bioplastic juga masih dibawah ketahanan plastik biasa, dan masalahnya juga belum ada mesin pembuat otomatis yang bisa digunakan oleh para industri, sehingga nantinya ini akan menambah biaya oprasional mereka. (Liantika, 2011).

B. Kacang Tanah

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*), yang ditanam di indonesia sebetulnya bukanlah tanaman asli, melainkan tanaman yang berasal dari benua Amerika, tepatnya dari daerah Brazilia. Kacang tanah adalah tanaman palawija yang berumur pendek. Di indonesia kacang tanah ditanam didaerah daratan rendah dengan ketinggian maksimal 1000 meter diatas permukaan air laut. Daerah yang paling cocok untuk tanaman kacang sebenarnya adalah daerah daratan dengan ketinggian 0-500 meter di atas permukaan laut (Susanti, 2009).

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea L*) termasuk tanaman polong-polongan atau legium kedua terpenting setelah kedelai di Indonesia. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman palawija jenis leguminoceae yang memiliki kandungan gizi cukup tinggi antara lain protein, karbohidrat dan minyak. Sekarang pemanfaatan kacang tanah makin luas dari minyak nabati hingga selai. Kandungan minyak yang terdapat di dalam kacang tanah cukup tinggi dan merupakan minyak nabati yang bebas kolesterol (Andaka, 2009).



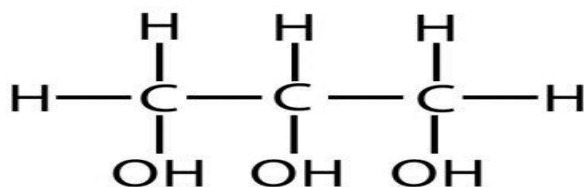
Gambar 1. Kulit Kacang Tanah

Kulit kacang tanah merupakan salah satu limbah yang menarik untuk diteliti, jika produksi kacang tanah di Indonesia pada tahun 2014 mencapai 682,258 ton Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) dan berat kulit kacang tanah 30 % dari berat keseluruhan kacang tanah, maka kuantitas limbah kulit kacang tanah di Indonesia mencapai 204 ton. Kacang tanah terdiri atas kulit (hull) 21-29%, daging biji (kernel) 69-72.40%, dan

lembaga (germ) 3.10-3.60% (Keteren, 1998). Komposisi kulit kacang tanah terdiri dari 9,5% air, 3,6% abu, 8,4% protein, 63,5% selulosa, 13,2% lignin, dan 1,8% lemak. Sedangkan menurut (Kerr, 2006) Kulit kacang tanah selain mengandung senyawa fenolik juga mengandung senyawa senyawa lain yaitu 8,2% protein, 1,1% lemak, 28,2% lignin, 45,2% selulosa, 10,6% karbohidrat, 0,27% kalsium, 0,09% fosfor, dan 4,6 % (Department Pertanian ,2008).

C. Gliserol

Gliserol merupakan senyawa gliserida yang paling sederhana, dengan hidroksil yang bersifat hidrofilik dan higroskopik. Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid, termasuk trigliserida. Gliserol dapat diperoleh dari proses saponifikasi dari lemak hewan, transesterifikasi pembuatan bahan bakar biodiesel dan proses epiklorohidrin, serta proses pengolahan minyak goreng.(Anita, 2013)



Gambar 2. Struktur Gliserol

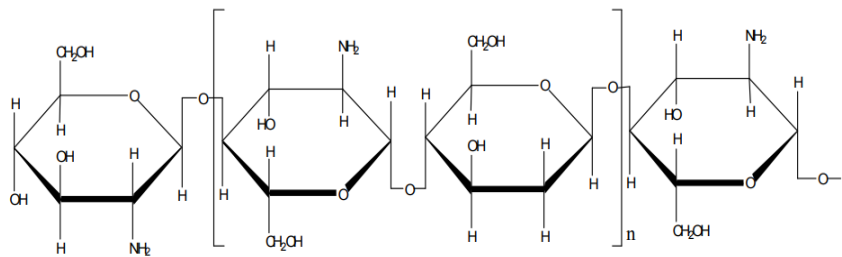
Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Jadi tiap karbon mempunyai gugus –OH. Gliserol dapat diperoleh dengan jalan penguapan hati-hati, kemudian dimurnikan dengan distilasi pada tekanan rendah. Pada umumnya lemak apabila dibiarkan lama di udara akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak. Hal ini disebabkan oleh proses hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Di samping itu dapat pula terjadi proses oksidasi terhadap asam lemak tidak jenuh yang hasilnya akan menambah bau dan rasa yang tidak enak. Oksidasi asam lemak tidak jenuh akan menghasilkan peroksida dan selanjutnya akan terbentuk aldehida. Inilah yang menyebabkan terjadinya bau dan rasa yang tidak enak atau tengik.(Coniwati, 2014)

Pada pembuatan bioplastic, gliserol digunakan sebagai plastisizer. Penggunaan gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada bioplastik

berbasis pati. Jenis dan konsentrasi dari plasticizer akan berpengaruh terhadap kelarutan dari edible film berbasis pati (Coniwanti, P., dkk. 2014).

D. Kitosan

Kitosan adalah suatu polisakarida berbentuk linier yang terdiri dari monomer N-asetilglukosamin (GlcNAc) dan D-glukosamin (GlcN). Kitosan dihasilkan dari kitin dan mempunyai struktur kimia yang sama dengan kitin, terdiri dari rantai molekul yang panjang dan berat molekul yang tinggi. Kitosan dapat di hasilkan dari kitin melalui proses deasetilasi yaitu dengan cara direaksikan dengan menggunakan alkali konsentrasi tinggi dengan waktu yang relatif lama dan suhu tinggi.



Gambar 3. Struktur Kitosan

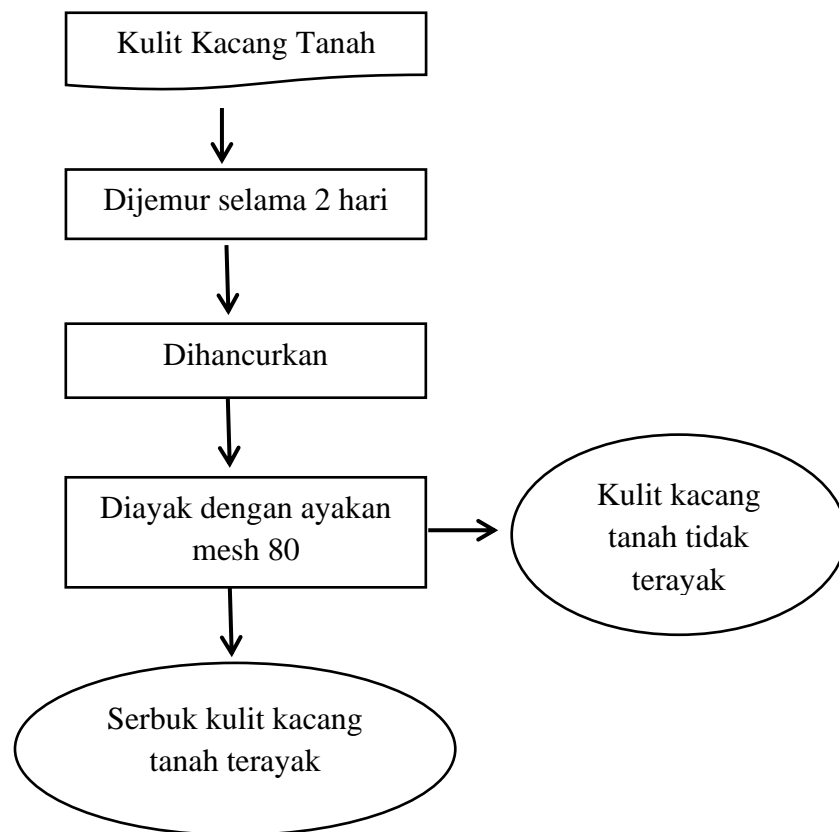
Kitosan adalah biopolimer yang mempunyai keunikan yaitu dalam larutan asam, kitosan memiliki karakteristik kation dan bermuatan positif sedangkan dalam larutan alkali, kitosan akan mengendap. Kitin dan kitosan merupakan polimer linier yang bersifat polikationik. Deasetilasi yang terjadi pada kitin hampir tidak pernah selesai sehingga dalam kitosan masih ada gugus asetil yang terikat pada beberapa gugus N. Kitosan memiliki bentuk yang unik dan memiliki manfaat yang banyak bagi pangan, agrikultur, dan medis. Namun, untuk melarutkan kitosan ini cukup sulit karena kitosan dapat larut apabila dilarutkan pada asam dan viskositas yang tinggi. (Ulyarti. 1997). Pada proses pembuatan bioplastic, fungsi penambahan Kitosan bertujuan agar bioplastik yang dihasilkan tidak mudah rapuh atau bisa dikatakan untuk menambah daya kuat tarik dari bioplastik.

3. PROSEDUR PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL

Tahap – tahap proses pembuatan bioplastik adalah sebagai berikut :

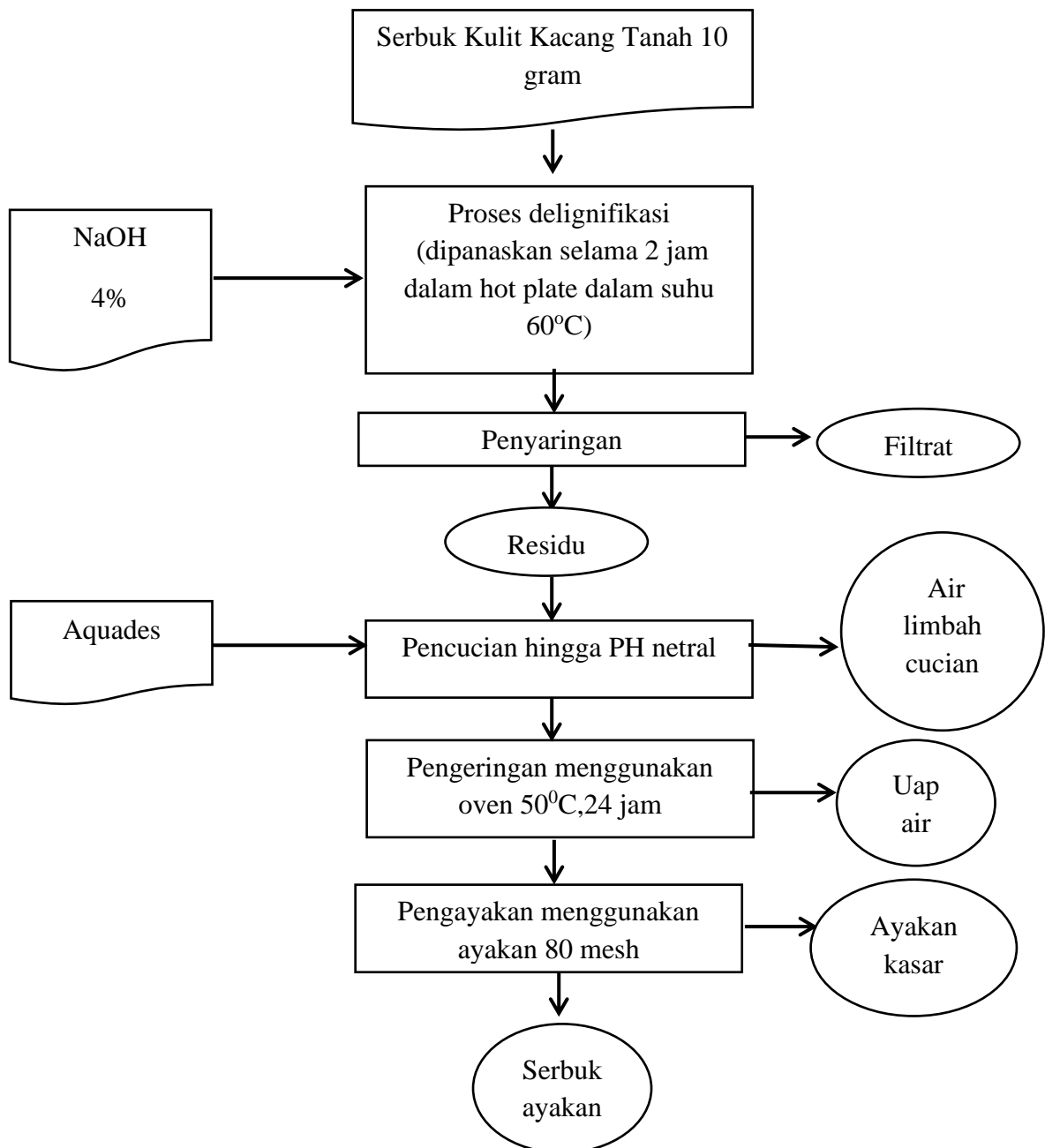
A. Proses Persiapan Kulit Kacang Tanah

1. Kulit Kacang Tanah dibersihkan terlebih dahulu
2. Dijemur sampai kering
3. Setelah itu di haluskan dengan cara di blender
4. Kemudian di ayak sampai ukuran yang diinginkan (60 mesh)



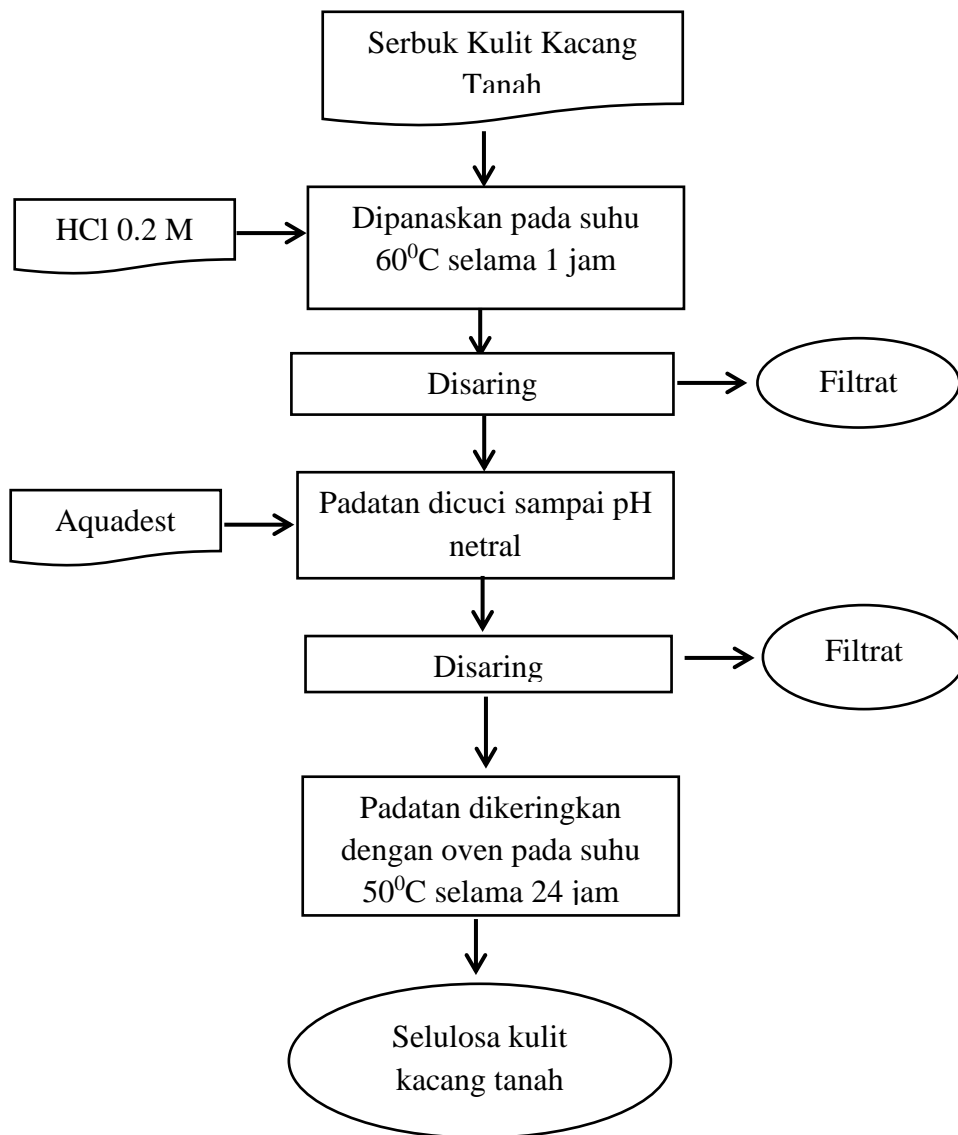
B. Proses Delignifikasi

1. Serbuk Kulit Kacang Tanah dipanaskan sambil diaduk dengan NaOH 4% selama 2 jam dengan suhu dijaga pada 60°C.
2. Setelah 2 jam larutan disaring dan diambil residunya, lalu residunya dicuci dengan aqua dest sampai pH netral.
3. Setelah pH netral kemudian hasilnya dikeringkan dengan oven sampai kering



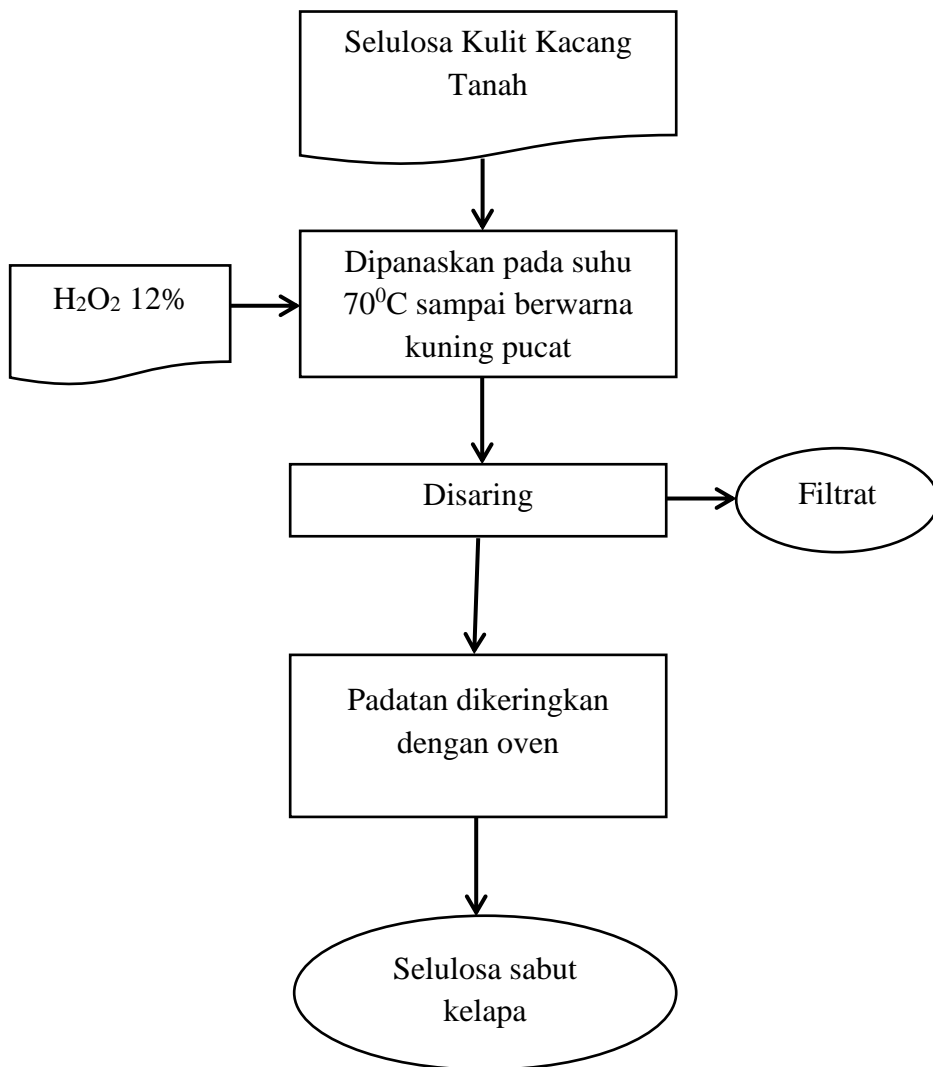
C. Proses Penghilangan Hemiselulosa

1. Serbuk Kulit Kacang Tanah hasil delignifikasi dipanaskan dengan HCl 0.2 M selama 1 jam dengan suhu dijaga pada 60°C.
2. Setelah 1 jam larutan disaring diambil residunya, lalu residunya dicuci dengan aqua dest sampai pH netral.
3. Setelah pH netral kemudian hasilnya dikeringkan dengan oven.



D. Proses Bleaching

1. Serbuk sabut hasil pemanasan dengan HCl kemudian dipanaskan dengan H₂O₂ 10% dengan heater dengan suhu 70⁰C sampai terjadi perubahan warna yang lebih pucat
2. Setelah serbuk sabut berubah warna larutan disaring
3. Residu yang diperoleh dikeringkan dengan oven sampai kering dengan suhu yang tidak terlalu tinggi .



E. Proses Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik dengan metode inversi fasa :

1. Serbuk selulosa di tambah aquades sampai 50ml, lalu dipanaskan sampai mengental



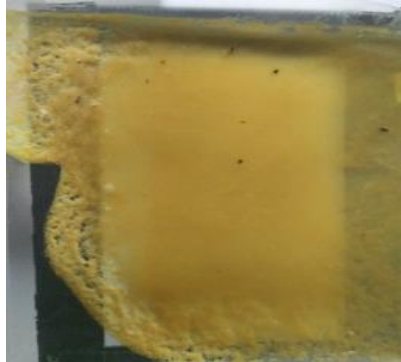
2. Tambahkan dengan 3 ml gliserol
3. Larutkan kitosan dalam asam asetat 1% lalu tambahkan ke dalam campuran
4. Kemudian diaduk dengan *stirrer* sampai agak mengental, diperoleh bubur bioplastik



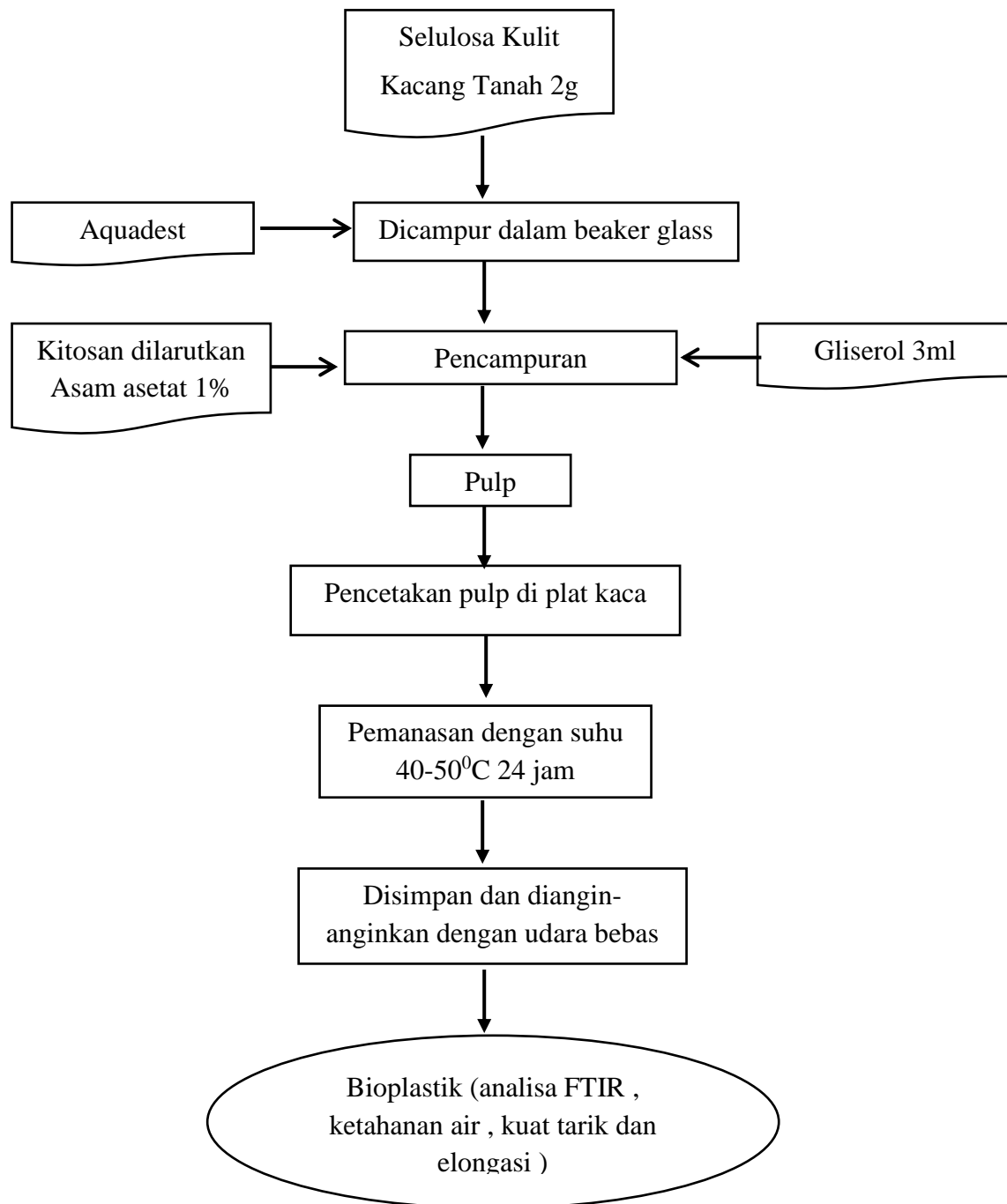
5. Setelah mengental (membentuk pulp), larutan dicetak di plat kaca yang telah dilapisi plastik laminating.








6. Kemudian dikeringkan dengan oven dengan suhu 50⁰C selama 24 jam, setelah kering diangin-anginkan dengan udara bebas agar terlepas dari plat kaca.
7. Diperoleh bioplastic



8. Selanjutnya bioplastic yang telah jadi dianalisa (analisa FTIR , ketahanan air , kuat tarik dan elongasi).



4. HASIL PLASTIK BIODEGRADABEL

Variasi jumlah kitosan	Hasil
0,5 gr kitosan	
1 gr kitosan	
1,5 gr kitosan	
2 gr kitosan	
2,5 gr kitosan	

Pengaruh konsentrasi kitosan pada pembuatan Bioplastik dari kulit kacang tanah menghasilkan :

1. Pada hasil uji ketahanan air (*swelling*) diperoleh hasil yang terbaik yang terdapat pada bioplastik yaitu dengan berat kitosan 1 gram dengan persentase uji *swelling* sebesar 82%
2. Pada uji mekanik kuat tarik hasil yang terbaik terdapat pada bioplastik dengan berat kitosan 2,5 gram, dengan hasil kuat tarik yang diperoleh sebesar 0,245 kg/cm²
3. Berdasarkan uji *elongation break* hasil terbaik yang diperoleh terdapat pada bioplastik dengan konsentrasi kitosan sebesar 2,5 gram, dengan hasil uji *elongation break* sebesar 25%
4. Hasil identifikasi gugus fungsi menunjukkan bahwa gugus fungsi yang muncul berasal dari bahan yang digunakan yaitu selulosa yang memiliki gugus O-H, C-O dan C-H; kitosan yang memiliki gugus fungsi O-H , N-H , C-O , dan C-H; dan gliserol yang memiliki gugus fungsi O-H , C-O dan C-H

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwarna, 2008. *Diktat Mata Kuliah Kimia Organik*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Dewa Gede Agung Wiradipta. *Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa dari Tongkol Jagung*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya. 2017
- Edy Syafril Hayat dan Sri Andayani. *Pengolahan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Aplikasi Biomassa Chromolaena Adorata Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Serta Sifat Tanah Sulfaquent*. Volume 17 Nomor 2, Desember 2014. Unoversitas Panca Bhakti, Pontianak
- Haryanto dan Fena Retyo Titani. *Bioplastik dari Tepung Tapioka dan Tepung Maizena*. Volume 18 Nomor 1, April 2017. Universitas Muhammadiyah Purwokerto
- Marni Kaimudin dan Maria F. Lewinupun. *Karakteristik Kitosan dari Limbah Udang Dengan Proses Bleaching dan Deaseilasi yang Berbeda beda*. Balai Pusat dan Standarisasi Industri Ambon Jl. Kebun Cengkeh Ambon 97128

- Rimadani Pratiwi, Priyanti Rahayu, Melisa I, Barliana. *Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (Oryza sativa) Sebagai Bahan Bioplastik*. Volume 3 Nomor 3, Oktober 2016. Universitas Padjajaran Sumedang Jawa Barat
- Winda Rahmalia, Fitria Yulistira, Janiar Ningrum, Mahwar Qurbaniah, Muhammad Ismadi. *Pemanfaatan Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elais guineensis Jaca) Sebagai Bahan Dasar C-Aktif Untuk Adsorpsi Logam Perak Dalam Larutan*. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Yanti, N.A., Sembiring, L. dan Margino, S. 2009. *Production of Poly- β -Hydroxybutyrate (PHB) from Sago Starch by The Native Isolate Bacillus megaterium PSA10*. Indonesian Journal of Biotechnology.
- Octavia S., dkk. 2011, Februari. *Pengolahan Awal Lignoselulosa Menggunakan Amoniak Untuk Meningkatkan Perolehan Gula Fermentasi*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung, Teknik Kimia Universitas Bung Hatta, Yogyakarta.
- Gunam I.B.W., Buda K., Guna I.M.Y.S., 2010. *Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase Dari Aspergillus Niger NRRL A-II, 264*. Jurnal Biologi, XIV(1), 55-61.
- Novia, Wijaya D., Yanti P., 2017. *Pengaruh Waktu Delignifikasi Terhadap Lignin dan Waktu SSF Terhadap Etanol Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi*. Jurnal Teknik Kimia, XXIII(1), 19-27.
- Pejo TE., et.al., 2011. *Preatreatment Technologies For Lignocellulose-to-Bioethanol Conversion*. Di dalam Pandey A (ed.), Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes (hal. 149-176)