

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioplastik

Bioplastik adalah suatu jenis plastik ramah lingkungan yang dapat terurai oleh mikroorganisme serta seluruh komponennya terbuat dari bahan baku yang dapat diperbaharui. Pada umumnya, bioplastik terbuat dari pati, minyak nabati dan mikrobiota. Struktur kimia dari bioplastik akan mengalami perubahan yang sekaligus memengaruhi sifat-sifatnya karena pengaruh mikroorganisme sehingga dapat terurai dengan mudah dalam tanah. Bioplastik terbuat dari biopolimer yakni sejenis polimer yang tersusun atas biomassa yang memiliki sifat dapat diperbaharui. Plastik biodegradable dapat dipakai sebagai kemasan karena tidak mudah ditembus uap air. Karenanya jenis ini dapat dipakai sebagai kemasan alternatif. Bila terbakar, bioplastik tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya, sebagaimana plastik biasa. Bila terbuang ke tanah, bioplastik justru akan memperbaiki kesuburan tanah karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah.

Menurut Widyasari (2010), berdasarkan bahan dasarnya, bioplastik terdiri dari tiga jenis antara lain:

a. Campuran biopolimer dengan polimer sintetis

Jenis ini dibuat dari campuran granula pati (5-20 %) dan polimer sintetis serta bahan tambahan (prooksidan dan autooksidan). Bioplastik jenis ini konon memiliki angka biodegradabilitas yang rendah serta biofragmentasi yang sangat terbatas.

b. Polimer mikrobiologi

Biopolimer ini dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroba genus *Alcaligenes*. Berbagai jenis ini diantaranya polihidroksi butirat (PHB), polihidroksi valerat (PHV), asam poliglikolat dan asam polilaktat. Bahan ini dapat terdegradasi secara total oleh bakteri, jamur dan alga. Sayangnya, proses produksi bahan dasarnya yang rumit membuat harga kemasan biodegradable ini cukup mahal.

c. Polimer pertanian

Biopolimer ini tidak dicampur dengan bahan sintesis dan diperoleh secara murni dari hasil pertanian. Polimer pertanian ini diantaranya selulosa (bagian dari dinding sel tanaman), kitin (pada kulit Crustaceae) dan pullulan (hasil fermentasi pati oleh *pullularia pullulans*). Polimer ini memiliki sifat termoplastik yaitu punya kemampuan untuk dibentuk menjadi film kemasan. Kelebihan dari polimer jenis ini adalah ketersediaan sepanjang tahun (renewable) dan mudah hancur secara alami (biodegradable). Namun, memiliki kekurangan dalam hal penyerapan air yang tinggi dan tidak dapat dilelehkan tanpa bantuan aditif.

Terdapat persyaratan terhadap mutu bioplastik menurut SNI 7188.7:2016, sebagaimana yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Mutu Bioplastik

| No. | Karakterisasi | Nilai |
|-----|------------------------|------------|
| 1 | Kuat Tarik (MPa) | 24,7 – 302 |
| 2 | Perpanjangan Putus (%) | 21 -220 |
| 3 | Hidrofobisitas (%) | 99 |

Sumber: SNI No. 7188.7:2016

2.2 Alpukat (*Persea americana*)

Alpukat atau avokad adalah buah yang berasal dari tanaman bernama latin *Persea americana*. Tumbuhan ini berasal dari Meksiko bagian selatan. Pohon alpukat diklasifikasikan sebagai bagian dari famili Lauraceae atau tanaman yang memiliki bunga. Dalam berbagai bahasa, buah avokad mempunyai banyak nama, contohnya dalam bahasa Inggris disebut avocado, avocado pear, atau alligator pear.

Berdasarkan ilmu botani, buah alpukat termasuk jenis buah beri besar dengan satu biji didalamnya. Tanaman alpukat sangat bernilai dan mempunyai nilai komersil tinggi. Oleh karena itu, tanaman ini berpotensi untuk dibudidayakan, khususnya di kawasan tropis dan mediterania. Tanaman alpukat termasuk flora yang dapat melakukan penyerbukan sendiri. Pada umumnya, perbanyakan avocado dilakukan dengan cara okulasi untuk mendapatkan kualitas buah yang sama baik dan mempunyai sifat sama seperti induknya.



Sumber : Fajarina Nurin

Gambar 2.1 Buah Alpukat (*Persea americana*)

Persea americana atau alpukat adalah pohon yang dapat tumbuh hingga ketinggian 20 meter. Daunnya tumbuh secara beraturan dengan ukuran panjang sekitar 12 cm hingga 25 cm. Tanaman ini memiliki bunga yang tidak terlalu mencolok, warnanya kuning kehijauan, serta berukuran kecil antara 5 mm sampai 10 mm. Tanaman alpukat memiliki banyak variasi karena telah menjadi tanaman budidaya dan mendapatkan perlakuan agar menghasilkan buah unggulan. Para ahli juga terus membuat kultivar alpukat agar buah lebih berdaging dengan bagian kulit luar lebih tipis.

Alpukat menghasilkan buah secara musiman. Biji buahnya berjumlah 1 dengan ukuran besar, kira-kira 5 cm sampai 6,5 cm. Pada umumnya, ukuran buah avocad sekitar 7 cm sampai 20 cm dengan berat antara 100 sampai 1.000 gram. Tumbuhan alpukat diperkirakan berasal dari Lembah Tehuacan di negara bagian Puebla, Meksiko. Dugaan ini didasarkan pada penemuan fosil buah dari spesies yang sama. Alpukat adalah flora yang telah tersebar sejak jutaan tahun lalu.

Sedangkan penamaan buah ini didasarkan pada 3 bukti, yaitu di Meksiko, Guatemala, dan Indian Barat dimana alpukat dibudidayakan pada masa kuno. Budidaya alpukat ini diperkirakan lebih dulu ada sebelum datangnya bangsa Eropa ke ketiga wilayah tersebut. Varietas tanaman alpukat asli dan tumbuh secara liar dikenal dengan nama *criollo*. Tanaman ini menghasilkan buah berukuran kecil dengan kulit berwarna hitam dan berbiji besar.

Adapun kedudukan tanaman alpukat dalam taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom : Trachebionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub kelas : Magnoliidae
Ordo : Laurales
Famili : Lauraceae
Genus : Persea
Spesies : *Persea americana*. Mill

2.3 Biji Alpukat

Buah alpukat memiliki biji yang berkeping dua, sehingga termasuk dalam kelas Dicotyledoneae. Biji buah alpukat berbentuk bulat atau lonjong, sedangkan keping biji berwarna putih kemerahan. Kepingan ini mudah terlihat apabila kulit bijinya dilepas atau dikuliti. Kulit biji umumnya mudah lepas dari bijinya, saat buah masih muda, kulit biji itu menempel pada daging buahnya (Indriani dan Suminarsih, 1997).

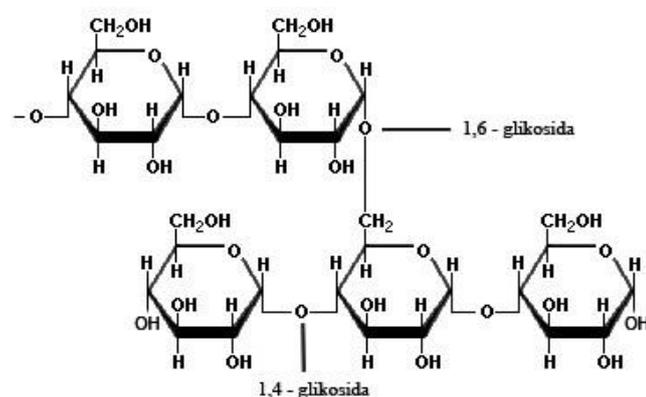
Bila buah telah tua, biji akan terlepas dengan sendirinya. Umumnya sifat ini dijadikan sebagai salah satu tanda kematangan buah. Buah yang berbentuk panjang mempunyai biji yang lebih panjang dibanding biji yang terdapat di dalam buah yang bentuk bulat. Walaupun demikian, semua biji alpukat mempunyai kesamaan, yaitu bagian bawahnya agak rata dan kemudian membulat atau melonjong (Indriani dan Suminarsih, 1997).

Hasil penapisan fitokimia ekstrak biji alpukat menunjukkan bahwa biji alpukat mengandung polifenol, flavonoid, triterpenoid, kuinon, saponin, tanin dan monoterpenoid dan seskuioterpenoid yang diduga mampu menghambat pertumbuhan bakteri sehingga ekstrak biji alpukat (*Persea americana* Mill.) diindikasikan memiliki daya antibakteri (Zuhrotun, 2007). Biji alpukat juga dilaporkan mengandung 59,87% pati, 12,67% air, 2,78% abu dan 0,54% mineral

serta mengandung campuran komponen polifenolik seperti katekin dan epikatin (Atsuhendra, 2007). Dalam biji alpukat juga ditemukan adanya zat bitter alkaloid sehingga rasanya sangat pahit (Zuhrotun, 2007).

2.4 Pati

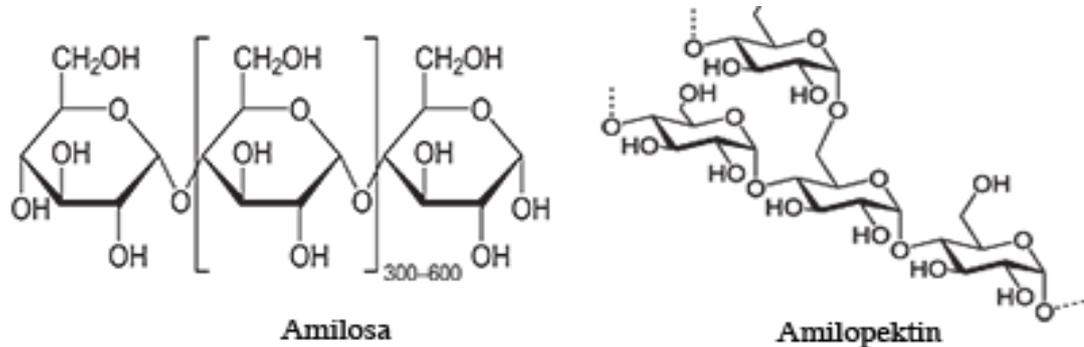
Pati merupakan suatu senyawa karbohidrat kompleks dengan ikatan α -glikosidik. Pati dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Pati yang diproduksi secara komersial biasanya didapatkan dari jagung, gandum, beras, dan tanaman-tanaman umbi seperti kentang, ubi kayu, dan ubi jalar. Jumlah produksi tahunan dunia pati adalah sekitar 60 juta MT dan diperkirakan akan meningkat sekitar 10 juta MT pada tahun tambahan 2011 (FAO, 2009). Jagung (*Zea mays L.*), ubi kaya/tapioka (*Manihot esculenta Crantn*), ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*), gandum (*Triticumaestivum L.*), dan kentang (*Solarium tuberosum L.*) merupakan sumber utama dari pati, sedangkan padi (*Oryza sativa L.*), gandum (*Hordeum vulgare L.*), sagu (*Cycas spp.*), Garut (*Tacca leontopetaloides (L.) Kuntze*) memberikan kontribusi dalam jumlah yang lebih kecil terhadap total produksi global.



Gambar 2.2 Struktur Kimia Pati

Terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -(1,6) glikosidik. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan

amilopektin menyebabkan sifat lengket. Konsentrasi kedua komponen ini nantinya akan mempengaruhi sifat mekanik dari polimer alami yang terbentuk. Untuk struktur molekul amilopektin dan amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur molekul dari komponen pati (Martinez *et al.*, 2014)

Pada tahun 1999, Rusendi, Dedi melakukan penelitian mengenai produksi biopolimer dengan cara menghidrolisis sampah ubi jalar menggunakan *alpha- amylase liquefaction enzyme* dan *amyloglucosidase saccharification enzyme* dari *Rhizopus sp.* Pada tahun 2005, Hartono *et.al.*, melakukan penelitian, yaitu rekayasa proses produksi poli asam laktat (PLA) dari pati sagu sebagai bahanbaku plastik biodegradabel, dengan menggunakan variasi jenis bakteri dan kondisioperasi proses fermentasi untuk menghasilkan asam laktat, dan proses polimerisasi kondensasi langsung dapat dihasilkan PLA.

2.5 Kitosan

Kitosan adalah suatu polisakarida berbentuk linier yang terdiri dari monomer N-asetilglukosamin (GlcNAc) dan D-glukosamin (GlcN). Kitin adalah jenis polisakarida terbanyak ke dua di bumi setelah selulosa dan dapat ditemukan pada eksoskeleton invertebrata dan beberapa fungi pada dinding selnya. 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.



Sumber : *Sentra Kimia*

Gambar 2.4 Bubuk Kitosan

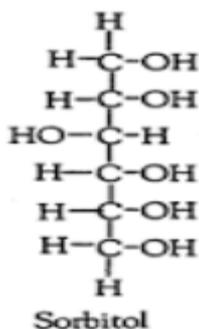
Salah satu pemanfaatan dari kitosan baru dapat dilihat setelah dipecah dalam bentuk yang lebih sederhana, yaitu: oligomer kitosan. Proses pemecahan kitosan dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti radiasi suara dan hidrolisis secara kimiawi. Namun, *yield* dari hasil pemotongan tersebut sangat rendah apabila menggunakan metode di atas karena pemotongan bersifat acak sehingga hasil bentuk oligomernya jadi tidak seragam. Oleh karena itu, metode yang lebih sering digunakan adalah metode enzimatik karena enzim bekerja secara spesifik dan tentunya hasil pemotongannya juga akan seragam. Contoh enzim yang sering digunakan adalah kitosanase dan beberapa selulase yang diisolasi dari fungi.

Metode pembuatan kitosan terdiri dari tiga langkah utama, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Proses deproteinasi bertujuan mengurangi kadar protein dengan menggunakan larutan alkali encer dan pemanasan yang cukup. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk mengurangi kadar mineral (CaCO_3) dengan menggunakan asam konsentrasi rendah untuk mendapatkan chitin, sedangkan proses deasetilasi bertujuan menghilangkan gugus asetil dari chitin melalui pemanasan dalam larutan alkali kuat dengan konsentrasi tinggi. Proses deasetilasi dengan menggunakan alkali pada suhu tinggi akan menyebabkan terlepasnya gugus asetil ($\text{CH}_3\text{CHO}-$) dari molekul chitin. Gugus amida pada chitin akan berikatan dengan gugus hidrogen yang bermuatan positif sehingga membentuk gugus amina bebas $-\text{NH}_2$. Dengan adanya gugus ini chitosan

dapat mengadsorpsi ion logam dengan membentuk senyawa kompleks (kelat). Tahap dekolonisasi dapat ditambahkan agar kitosan yang dihasilkan mempunyai warna yang lebih putih.

2.6 Sorbitol

Sorbitol adalah senyawa monosakarida polyhidric alcohol. Nama kimia lain dari sorbitol adalah hexitol atau glusitol dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_6$. Struktur molekulnya mirip dengan struktur molekul glukosa, tetapi gugus aldehyd pada glukosa diganti menjadi gugus alkohol. Struktur kimia sorbitol dapat dilihat pada gambar

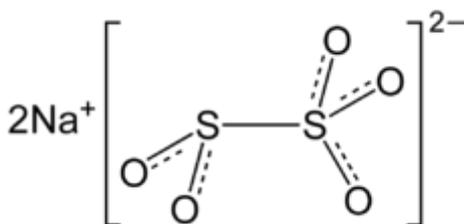


Gambar 2.5 Struktur Kimia Sorbitol

Struktur Kimia Sorbitol Sorbital mempunyai nama lain D-glucitol, D-sorbitol, D-glukoheksana, 1, 2,3, 4, 5,6 hexanol. Sorbitol pertama kali ditemukan dari juice ash berry (*Sorbus aucuparia* L) di tahun 1872. Zat ini berupa bubuk kristal berwarna putih yang higroskopis, tidak berbau dan memiliki rasa manis. Sorbitol larut dalam air, gliserol, propylene glicol, serta sedikit larut 3 dalam metanol, etanol, asam asetat, phenol, dan acetamida, tetapi tidak larut dalam semua pelarut organik. Kegunaan sorbitol selain sebagai pemanis buatan juga digunakan sebagai bahan baku industri konsumsi dan makanan seperti pasta gigi, permen, komestik, farmasi, vitamin C, industri tekstil dan kulit (othmer, 1960). Sorbitol memiliki banyak kegunaan sehingga kebutuhan sorbitol terus meningkat di dalam maupun luar negeri.

2.7 Natrium Metabisulfit

Natrium metabisulfit merupakan salah satu pengawet makanan anorganik. Sodium metabisulfit memiliki berat molekul 190,12. Densitas kamba senyawa ini adalah 1,2-1,3 kg/l dan titik leburnya 150 °C. Padatan sodium metabisulfit yang dilarutkan sebanyak 20% akan tampak berwarna kuning pucat hingga jernih. Sodium metabisulfit sebaiknya disimpan di tempat yang sejuk, dalam wadah tertutup rapat, dan di area berventilasi baik, karena senyawa ini sensitif terhadap kelembaban.



Gambar 2.6 Struktur Kimia Natrium Metabisulfit

2.8 Asam Asetat

Asam asetat adalah salah satu senyawa organik yang berada dalam golongan asam alkanoat. Asam cuka memiliki rumus empiris $C_2H_4O_2$. Rumus ini sering kali ditulis dalam bentuk CH_3-COOH , CH_3COOH , atau CH_3CO_2H . Asam asetat pekat (disebut *asam asetat glasial*) adalah cairan higroskopis tak berwarna, dan memiliki titik beku 16,7°C. Asam asetat adalah komponen utama cuka (3–9%) selain air. Asam asetat berasa asam dan berbau menyengat. Selain diproduksi untuk cuka konsumsi rumah tangga, asam asetat juga diproduksi sebagai prekursor untuk senyawa lain seperti polivinil asetat dan selulosa asetat. Meskipun digolongkan sebagai asam lemah, asam asetat pekat bersifat korosif dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit.

Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana, setelah asam format. Larutan asam asetat dalam air merupakan sebuah asam lemah, artinya hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COO^- . Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Asam asetat digunakan dalam produksi polimer seperti polietilena tereftalat, selulosa asetat,

dan polivinil asetat, maupun berbagai macam serat dan kain. Dalam industri makanan, asam asetat, dengan kode aditif makanan E260, digunakan sebagai pengatur keasaman. Di rumah tangga, asam asetat encer juga sering digunakan sebagai pelunak air. Sebagai aditif makanan, asam asetat disetujui penggunaannya di banyak negara, termasuk Kanada, Uni Eropa, Amerika Serikat Australia dan Selandia Baru.

2.9 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Secara garis besar, proses pemisahan secara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar yaitu :

1. Penambahan sejumlah massa pelarut untuk dikontakkan dengan sampel, biasanya melalui proses difusi.
2. Zat terlarut akan terpisah dari sampel dan larut oleh pelarut membentuk fase ekstrak.
3. Pemisahan fase ekstrak dengan sampel (Wilson, et al., 2000).

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan kandungan senyawa kimia dari jaringan tumbuhan ataupun hewan dengan menggunakan penyari tertentu. Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan cara mengekstraksi zat aktif dengan menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian, hingga memenuhi baku yang ditetapkan (Depkes RI 1995).

Tujuan ekstraksi bahan alam adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada bahan alam. Bahan-bahan aktif seperti senyawa antimikroba dan antioksidan yang terdapat pada tumbuhan pada umumnya diekstrak dengan pelarut. Pada proses ekstraksi dengan pelarut, jumlah dan jenis senyawa yang masuk ke dalam cairan pelarut sangat ditentukan oleh jenis pelarut yang digunakan dan meliputi dua fase yaitu fase pembilasan dan fase ekstraksi. Pada fase pembilasan, pelarut membilas komponen-komponen isi sel yang telah pecah pada proses penghancuran sebelumnya. Pada fase ekstraksi, mula-mula terjadi pembengkakan

dinding sel dan pelonggaran kerangka selulosa dinding sel sehingga pori-pori dinding sel menjadi melebar yang menyebabkan pelarut dapat dengan mudah masuk kedalam sel.

Ekstraksi secara umum dapat digolongkan menjadi dua yaitu ekstraksi padat cair dan ekstraksi cair-cair. Pada ekstraksi cair-cair, senyawa yang dipisahkan terdapat dalam campuran yang berupa cairan, sedangkan ekstraksi padat-cair adalah suatu metode pemisahan senyawa dari campuran yang berupa padatan (Anonim, 2012).

2.9.1 Ekstraksi Padat Cair

Proses pemisahan pektin yang terkandung dalam kulit buah pisang dapat dilakukan dengan metode ekstraksi dengan pelarut. Ekstraksi padat cair atau leaching merupakan metode pemisahan satu atau beberapa komponen (solute) dari campurannya dalam padatan yang tidak dapat larut (inert) dengan menggunakan pelarut (solvent) berupa cairan (Treybal, R. E., 1980).

Pemisahan dapat terjadi karena adanya driving force yaitu perbedaan konsentrasi solute di padatan dengan pelarut dan adanya perbedaan kemampuan melarut komponen dalam campuran. Proses ekstraksi padat cair secara umum terdiri dari lima tahap yaitu (Geankoplis, 1993).

Metode Ekstraksi Padat Cair Metode ekstraksi berdasarkan ada tidaknya proses pemanasan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi cara dingin dan ekstraksi cara panas (Hamdani, 2009):

a. Ekstraksi cara dingin

Pada metode ini tidak dilakukan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung dengan tujuan agar senyawa yang diinginkan tidak menjadi rusak. Beberapa jenis metode ekstraksi cara dingin, yaitu:

1. Maserasi atau dispersi

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut diam atau dengan adanya pengadukan beberapa kali pada suhu ruangan. Metoda ini dapat dilakukan dengan cara merendam bahan dengan sekali-sekali dilakukan pengadukan. Pada umumnya perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian pelarut diganti dengan pelarut baru..

2. Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi dengan bahan yang disusun secara unggul dengan menggunakan pelarut yang selalu baru sampai prosesnya 10 sempurna dan umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Prosedur metode ini yaitu bahan direndam dengan pelarut, kemudian pelarut baru dialirkan secara terus menerus sampai warna pelarut tidak lagi berwarna atau tetap bening yang artinya sudah tidak ada lagi senyawa yang terlarut.

b. Ekstraksi cara panas

Pada metode ini melibatkan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung. Adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses ekstraksi dibandingkan dengan cara dingin. Beberapa jenis metode ekstraksi cara panas, yaitu:

1. Ekstraksi refluks

Ekstraksi refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan pada titik didih pelarut tersebut, selama waktu dan sejumlah pelarut tertentu dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada umumnya dilakukan tiga sampai lima kali pengulangan proses pada rafinat pertama.

2. Ekstraksi dengan alat soxhlet

Ekstraksi dengan alat soxhlet merupakan ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru, umumnya dilakukan menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi konstan dengan adanya pendingin balik (kondensor).

2.9.2 Ekstraksi Cair-Cair

Pada ekstraksi cair-cair, satu komponen bahan atau lebih dari suatu campuran dipisahkan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi cair-cair terutama digunakan apabila pemisahan campuran dengan cara destilasi tidak mungkin dilakukan (misalnya karena pembentukan azeotrop atau karena kepekaannya terhadap panas) atau tidak ekonomis. Ekstraksi cair-cair selalu terdiri dari sedikitnya dua tahap, yaitu pencampuran secara intensif bahan ekstraksi dengan pelarut dan pemisahan kedua fase cair itu sesempurna mungkin.

Faktor – faktor yang mempengaruhi ekstraksi (Ubay, 2011) adalah sebagai berikut.

1. Jenis pelarut

Jenis pelarut mempengaruhi senyawa yang tersari, jumlah zat terlarut yang terekstrak dan kecepatan ekstraksi.

2. Suhu

Secara umum, kenaikan suhu akan meningkatkan jumlah zat terlarut ke dalam pelarut.

3. Rasio pelarut dan bahan baku

Jika rasio pelarut-bahan baku besar maka akan memperbesar pula jumlah senyawa yang terlarut. Akibatnya laju ekstraksi akan semakin meningkat.

4. Ukuran partikel

Laju ekstraksi juga meningkat apabila ukuran partikel bahan baku semakin kecil. Dalam arti lain, rendemen ekstrak akan semakin besar bila ukuran partikel semakin kecil.

5. Pengadukan

Fungsi pengadukan adalah untuk mempercepat terjadinya reaksi antara pelarut dengan zat terlarut.

6. Lama waktu

Lamanya waktu ekstraksi akan menghasilkan ekstrak yang lebih banyak, karena kontak antara zat terlarut dengan pelarut lebih lama.

Tabel 2.2 Perbandingan Karakteristik Bioplastik dari Berbagai Bahan Baku, *Filler* dan Plastisizer pada Penelitian Sebelumnya

| Bahan Baku | <i>Filler</i> | Plastisizer | Karakteristik | | Referensi |
|----------------|-------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | | Daya Serap Air (%) | Kuat Tarik (MPa) | |
| Biji alpukat | Kitosan | Sorbitol | 120,86 | 2,28 | Muhammad Afif <i>et al</i> , 2018 |
| Biji alpukat | Kitosan | Gliserol | 89,68 | 4 | Muhammad dkk, 2020 |
| Jerami padi | Kitosan | Gliserol | 154,65 | 4,1 | Rimadani, Pratiwi dkk, 2016 |
| Buah lindur | Kitosan | Gliserol | 108,06 | 24,59 | Budiman, Johan dkk, 2018 |
| Tepung tapioka | Kulit buah pinang | Gliserol | 120,57 | 17,75 | Tamioghy, Wahyu R dkk, 2019 |
| Singkong | Kitosan | Sorbitol | 134 | 8,76 | Ramadhani, dkk, 2020 |
| Singkong | Kitosan | Gliserol | 78,6 | 4,81 | Lazuardi, Gilang P, dkk, 2013 |
| Ubi Nagara | CMC | Gliserol | 67,55 | 0,52 | Ningsih, Erni Puryati, dkk, 2019 |
| Limbah Tahu | Kitosan | Gliserol | 69 | 0,16 | Rahadi, Bambang, dkk, 2020 |
| Biji Durian | MCC | Gliserol | 91,46 | 7,17 | Nur, Rozi A, dkk, 2020 |