

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Styrofoam

Styrofoam adalah polimer sintetik yang termasuk kedalam jenis plastik dengan komposisi utama berupa polistirena. Polistirena tersusun atas monomer-monomer stirena yang merupakan hasil dehidrogenasi dari etilbenzena. Polimer ini berasal dari hidrokarbon cair yang terbuat dari minyak bumi. *Styrofoam* memiliki sifat yang tidak mudah bocor, praktis, ringan, memiliki kemampuan menahan panas dan dingin yang baik (Ruscahyani, 2020).

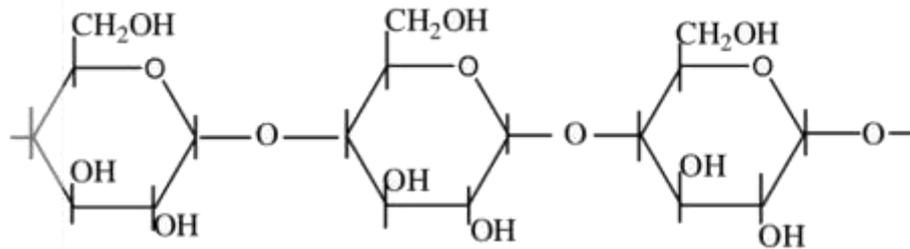
Disamping banyaknya kelebihan dari styrofoam, *Environmental Protection Agency* atau EPA menggolongkan *styrofoam* sebagai bahan karsinogen. Hal ini dikarenakan aktivitas migrasi residu monomer stirena sebagai unit penyusun polistirena (PS) yang bersifat neutroxic. Semakin panas makanan atau minuman yang disimpan didalam styrofoam menyebabkan semakin cepat monomer stirena berpindah ke makananan. Selain itu, *styrofoam* juga memiliki dampak buruk untuk lingkungan karena sifatnya yang sulit diuraikan oleh alam dan apabila dibakar *styrofoam* akan menyebabkan *dioxsin*. Dikarenakan hal tersebut, maka limbah *styrofoam* lama-kelamaan akan semakin menumpuk. limbah *styrofoam* bukan hanya mencemari lingkungan darat saja tetapi limbah *styrofoam* yang terbawa ke laut akan dapat merusak ekosistem dan biota laut (Sipahutar, 2020).

2.2 Pati

Pati merupakan salah satu polimer alami dengan amilosa dan amilopektin sebagai penyusunnya. Amilosa merupakan polimer linear dan amilopektin merupakan polimer cabang dari glukosa. Kedua polimer ini merupakan komponen terpenting dalam pembentukan struktur dasar pati dan sangat mempengaruhi karakteristik fisio kimia pati yang dihasilkan (Herawati, 2012) .

Amilosa merupakan komponen pati yang mempunyai rantai lurus dengan film yang kuat, berwarna biru jika diberi pewarna iodin dan larut dalam air. Umumnya komposisi amilosa sebagai penyusun pati adalah 15–30%. Amilosa terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan α -(1,4)-D-glukosa.

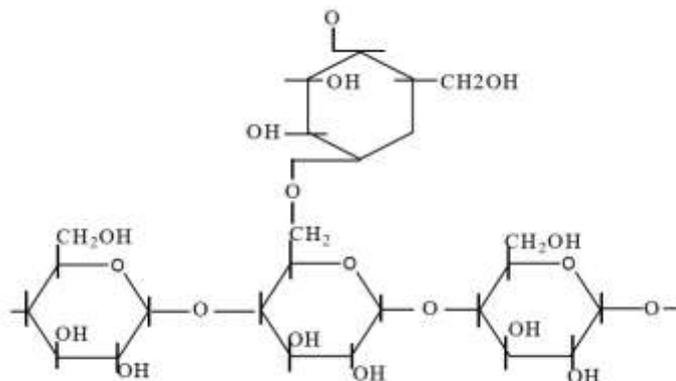
Struktur amilosa yang tidak bercabang menyebabkan amilosa memiliki sifat kristalin . Amilosa merupakan komponen yang larut dalam air pada suhu 70 sampai 80° C (Krogars, 2003).



Sumber : Boediono, 2012

Gambar 2.1 Struktur Kimia Amilosa

Amilopektin berkarakteristik membentuk rantai yang bercabang dengan film yang lemah, struktur gel lembek, berwarna coklat kemerahan jika diberi pewarna iodine (Herawati, 2012). Komposisi amilopektin sebagai penyusun pati pada umumnya berkisar antara 70–85%. Amilopektin terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan α -(1,6) glukosa (Cowd, 1982). Amilopektin juga dapat membentuk kristal, tetapi tidak sereaktif amilosa. Hal ini terjadi karena adanya rantai percabangan yang menghalangi terbentuknya kristal (Boediono, 2012).



Sumber : Boediono, 2012

Gambar 2.2 Struktur Kimia Amilopektin

2.3 Talas

Talas memiliki nama ilmiah (*Colocasia esculenta*) merupakan tanaman pangan berupa herba menahun dan tergolong tanaman asli hasil kawasan tropis.

Di Indonesia, talas memiliki sebutan tersendiri seperti : eumpene (Aceh), lumbu (Gayo), talo (Nias), suwat (Batak), taleus (Sunda), paco (Makassar), aladi (Bugis) (Dalimartha, 2006). Klasifikasi tumbuhan talas adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Liliopsida
Ordo : Alismatales
Famili : Araceae
Genus : *Colocasia*
Spesies : *Colocasia esculenta*

Pertumbuhan paling baik dari tanaman talas yaitu pada kondisi daerah yang memiliki ketinggian 0 – 2740 m diatas permukaan laut dengan suhu diantara 21 – 27 °C. Talas dapat hidup didaerah dengan curah hujan tinggi maupun curah hujan rendah. Talas bisa dijumpai hampir diseluruh kepulauan Indonesia dan tersebar dari tepi pantai sampai pegunungan diatas 100 m dpl yang sengaja ditanam ataupun tumbuh liar (Fitrah, 2015).

Tanaman ini memiliki sistem perakaran serabut, liar, pendek dengan tumbuh tegak mencapai kedalam 10-20 cm bahkan lebih. Memiliki daun berbentuk perisai atau hati yang merupakan daun tunggal. Panjang daunnya mencapai 20 – 50 cm dengan tangkai mencapai 1 meter. Daun talas umumnya berwarna hijau dengan ibu tulang daun yang besar. Tanaman talas bereproduksi secara vegetatif, yaitu dengan anakan, sulur, umbi anak, atau pangkal umbi serta sebagian pelepahnya, karena itulah tanaman ini memiliki kecenderungan untuk membentuk kultivar dengan ciri – ciri serta syarat tumbuh yang berbeda – beda (Wahida, 2021). Umbi talas memiliki beranekaragam bentuk seperti kerucut, membulat, silindris dan elips. Hal ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuhnya serta varietasnya.



Gambar 2.3 Umbi Talas (*Colocasia esculenta*)

Di Indonesia, talas ditanam untuk diambil umbinya yang merupakan sumber karbohidrat cukup tinggi. Tanaman talas merupakan jenis tanaman pangan fungsional, karena di dalam umbi talas mengandung bahan bioaktif yang berkhasiat untuk kesehatan tubuh manusia. Menurut (Syamsir, 2012), tepung talas (100g) mengandung energi 98 kkal, protein 12,25 g, lemak 0,5 g, karbohidrat 72,15 g, air 10,2 g dan serat kasar 0,75g. Pati umbi talas memiliki ukuran granula yang kecil yaitu berkisar 0,5 – 5 mikron (Fitrah, 2015).

Di beberapa lokasi di Indonesia, spesies *Colocasia esculenta* memiliki varietas yang berbeda-beda. Menurut Silaban dkk (2017) banyaknya jenis tanaman talas – talasan di suatu daerah dipengaruhi oleh faktor aktivitas manusia dan faktor lingkungan (syarat tumbuh) seperti iklim, suhu dan jenis tanah. Keragaman tersebut ditunjukkan pada bentuk daun, bentuk kormel dan warna daging umbi. Talas (*Colocasia esculenta*) dengan varietas talas bentul biasanya hidup diwilayah Sumatera Selatan dan Bengkulu (Direktorat budidaya kacang dan umbi, 2009). Varietas ini termasuk tumbuhan tropis dengan habitat banyak air seperti di tepi perairan atau rawa-rawa. Tanaman talas memiliki perakaran serabut sehingga hal ini dapat membantu rizosfer akar untuk pertumbuhan mikroba perombak maupun sebagai penyerap (Suyasa dan Wahyu, 2007). Talas bentul memiliki umbi berbentuk silinder, helaian daun bertipe *apex up* dan tangkai daun berupa peltate (Sinaga dkk,2014). Kandungan dalam pati umbi talas dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan Pati Umbi Talas

Komponen	Komposisi (g pati/100 g talas)
Kadar air (g/100g)	10,20
Protein (g/100g)	12,25
Lemak (g/100g)	0,50
Abu (g/100g)	4,15
Serat kasar (g/100g)	0,75
Karbohidrat (g/100g)	72,15
Pati (g/100g)	67,42
Amilosa (g/100g)	2,25
Amilopektin (g/100g)	65,17

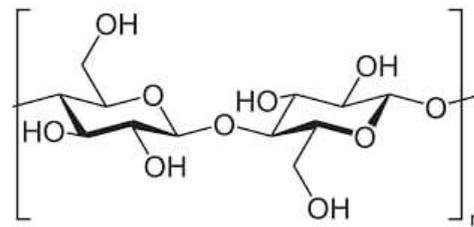
(Sumber :Syamsir, 2012)

2.4 Selulosa

Selulosa adalah salah satu biopolimer alam dengan rumus empiris $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang merupakan bagian penyusun utama jaringan tanaman berkayu. Bahan tersebut utamanya terdapat pada tanaman keras, namun demikian pada dasarnya selulosa terdapat pada setiap jenis tanaman, termasuk tanaman semusim, tanaman perdu dan tanaman rambat. Selulosa memiliki sifat biokompatibel, terbarukan dan dapat terdegradasi serta memiliki banyak gugus hidroksil yang memungkinkan pembentukan jaringan dengan ikatan hidrogen (Prakarsa dkk, 2015). Polimer ini memiliki ikatan linear yang kuat dengan interaksi melalui ikatan hidrogen intermolekuler dan intramolekuler. Ikatan intramolekuler menyebabkan masing-masing rantai memiliki kekakuan tertentu sedangkan ikatan intermolekuler menyebabkan adanya pembentukan supramolekul (Hermiati dkk, 2019).

Selulosa memiliki bentuk morfologi kristal dan amorf yang kompleks (Prakarsa dkk, 2015). Struktur kimia selulosa berupa rantai yang tidak bercabang dan tersusun atas satuan β -(1,4)-D-glukosa dengan ikatan glikosidik. Struktur kimia inilah yang membuat selulosa bersifat kristalin dan tak mudah larut. Molekul glukosa disambung menjadi molekul besar, panjang, dan berbentuk rantai dalam susunan menjadi selulosa. Semakin panjang suatu rangkaian selulosa,

maka rangkaian selulosa tersebut memiliki serat yang lebih kuat, lebih tahan terhadap pengaruh bahan kimia, cahaya, dan mikroorganisme (Putera, 2012).



Sumber : (prakarsa dkk, 2015)

Gambar 2.4 Sktruktur Kimia Selulosa

Menurut Aisyah (2018), berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17.5%, selulosa dibedakan atas tiga jenis yaitu:

- α -selulosa adalah selulosa berantai panjang dan tidak larut dalam larutan NaOH 17.5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 600-1500.
- β -selulosa adalah bagian selulosa yang larut dalam larutan NaOH 17.5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 15-90.
- γ -Selulosa memiliki derajat polimerisasinya kurang dari 15 yang mudah larut dalam larutan NaOH yang mempunyai kadar 17,5% dan tidak akan terbentuk endapan setelah larutan dinetralkan.

2.5 Nanas

Nanas adalah tanaman buah tropika dengan nama ilmiah (*Ananas comosus*) yang termasuk dalam *family Bromeliaceae* (Hidayat, 2018). Klasifikasi tumbuhan nanas adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Bromeliales
Famili	: Bromeliaceae
Genus	: <i>Ananas</i>
Spesies	: <i>Ananas comosus</i>

Pada umumnya nanas adalah tanaman semusim. Tanaman ini memiliki bentuk daun yang panjang menyerupai pedang dan di ujungnya meruncing serta pada tepi daunnya terdapat duri yang tajam. Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dan dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599 (Hidayat, 2008).



Gambar 2.5 Nanas (*Ananas comosus*)

Daun nanas memiliki lapisan terluar terdiri dari lapisan atas dan bawah. Di dalam daun nanas banyak terdapat ikatan atau helai-helai serat (*bundle of fibre*) yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis zat perekat yang terdapat didalam daun. Karena daun nanas tidak mempunyai tulang daun, adanya serat-serat dalam daun nanas tersebut akan memperkuat daun nanas saat pertumbuhannya. Dari berat daun nanas hijau yang masih segar akan menghasilkan kurang lebih sebanyak 2,5 sampai 3,5% serat daun nanas (Hidayat, 2008).

Tabel 2.2 Komponen Kimia Serat Nanas

Komposisi Kimia	Serat Nanas (%)
Alpha Selulosa	69,5 - 71,5
Pentosan	17,0 - 17,8
Lignin	4,4 - 4,7
Pektin	1,0 - 1,2
Lemak dan Wax	3,0 - 3,3
Abu	0,71 - 0,87
Zat-zat lain (protein, asam organi,, dll).	4,5 - 5,3

Sumber: Hidayat, 2008

2.6 Biofoam



Gambar 2.6 *Biodegradable Foam*

Biofoam atau *biodegradable foam* merupakan produk alternatif pengganti *styrofoam* dengan bahan baku berupa pati dan serat sebagai bahan pengisi untuk memperkuat strukturnya, karena bahan bakunya terbuat dari bahan alami maka biofoam akan mudah mengalami degradasi secara alami serta aman bagi kesehatan karena tidak mengandung bahan kimia yang beracun. Penggunaan bahan alami juga mampu mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan turunan minyak bumi. Dengan demikian produk ini tidak hanya bersifat *biodegradable* tetapi juga *renewable* (Ritonga, 2019).

Beberapa faktor yang akan mempengaruhi karakteristik dari biofoam adalah komposisi bahan baku terutama pati serta kondisi proses pembuatannya. Komposisi bahan baku terdiri atas komposisi kimia, rasio amilosa/amilopektin dan ukuran partikel. Semua faktor tersebut akan berpengaruh terhadap sifat

fungsional dari pati, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap karakteristik biofoam. Selain itu suhu, waktu dan tekanan dalam proses pencetakan juga akan berpengaruh terhadap kemampuan ekspansi dari bahan baku (Nurfitasari, 2018).

Sebagai kemasan bahan makanan, maka biofoam memiliki beberapa parameter berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang disajikan pada Tabel 2.1 antara lain :

Tabel 2.3 Standar SNI *Biodegradable Foam*

Karakteristik	Nilai
Daya Serap Air (%)	26,12
Kuat Tekan (MPa)	1,3-1,39
Tingkat Biodegradasi (%)	100% selama 60 hari

Sumber : Mabela, 2021

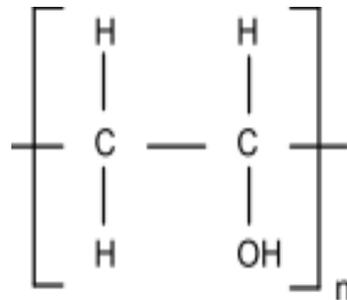
2.7 Polivinil Alkohol (PVA)

Polivinil alkohol adalah polimer sintesis *biodegradable* yang memiliki fleksibilitas dan kekuatan tarik yang tinggi . PVA (Polivinil Alkohol) dikenal juga sebagai polyethanol yang merupakan polimer dari vinil alkohol. PVA memiliki sifat dapat membentuk film dengan baik, larut dalam air, mudah dalam proses, tidak beracun, *biocompatible* dan *biodegradable* (Pamela dkk., 2016). Polivinil alkohol dapat menghasilkan gel yang cepat mengering dan membentuk lapisan film yang transparan, kuat, plastis dan melekat dengan baik (Andini dkk., 2017). PVA memiliki sifat hidrofilik sehingga selektif terhadap air. Sifat hidrofilik ini disebabkan adanya gugus –OH yang berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hydrogen. Akibatnya membran PVA ini mempunyai sifat mudah mengembang (*swelling*) bila terdapat air. PVA merupakan material yang dibuat melalui proses alkoholis dari polivinil asetat (PVAc) dan banyak digunakan sebagai bahan adhesif (perekat).

Bahan perekat secara umum dibagi menjadi dua macam yaitu bahan perekat alami dan bahan perekat sintesis. Bahan perekat alami berasal dari hewani, tumbuhan, dan mineral. Berikut beberapa perekat alami : (Taufiqiraman, 2014)

- a. Beberapa bahan perekat yang berasal dari hewani adalah albumen, casein, shellac, lilin lebah dan kak (Animal Glue).

- b. Beberapa bahan perekat yang berasal dari tumbuhan adalah damar Alam, arabic Gum, protein, starch atau kanji, dextrin, dan karet Alam.
- c. Beberapa bahan perekat yang berasal dari mineral adalah silicate, magnesia, litharge, bitumen, dan asphalt.

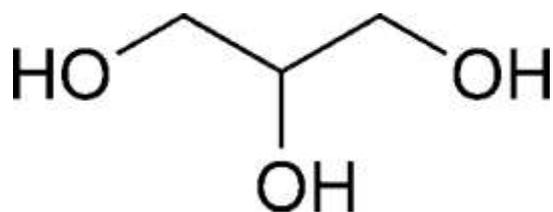


Sumber :Rahmawati, 2021

Gambar 2.7 Struktur Kimia Polivinil Alkohol

2.8 Gliserin

Gliserin atau yang biasa juga dikenal dengan gliserol ialah suatu trihidroksil alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Bahan kimia ini tidak berwarna, tidak berbau, cairan kental yang banyak digunakan dalam formulasi farmasi. Gliserin adalah *plasticizer* yang memiliki fungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hydrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer. Semakin banyak penggunaan gliserin yang bersifat hidrofilik maka akan meningkatkan kelarutannya didalam air (Sinaga dkk, 2014).



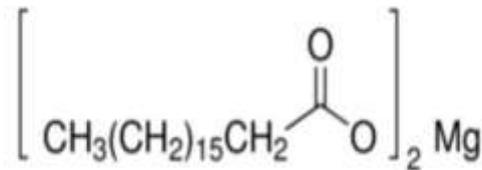
Sumber : Christian, 2016

Gambar 2.8 Struktur Kimia Gliserin

2.9 Magnesium Stearat

Magnesium stearat merupakan garam magnesium dari asam dekanat yang berwarna putih dan berupa padatan pada suhu kamar. Magnesium stearat dapat disintesis secara langsung dimana asam lemak langsung bereaksi dengan sumber

magnesium, seperti magnesium oksida untuk membentuk garam magnesium dari asam lemak (JECFA, 2015). Pada pembuatan biofoam, penambahan magnesium stearat berfungsi sebagai *demolding agent* yaitu sebagai bahan untuk mempermudah saat melepaskan produk hasil pengovenan (*baking*) dari cetakan (Taufiqurrahman, 2014). Magnesium stearat bersifat hidrofobik, dimana meningkatnya konsentrasi magnesium stearat maka sifat yang hidrofobiknya akan membentuk film yang menghambat penetrasi dan volume penyerapan air menjadi berkurang (Rusmartati, 2003).



Sumber : Rowe et al, 2009

Gambar 2.9 Struktur Kimia Magnesium Stearat

2.10 Metode Pembuatan Biofoam

Berbagai metode pembuatan *biodegradable foam* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Metode *Thermopressing*

Teknologi ini pertama kali diperkenalkan melalui penelitian Tiefenbacher pada tahun 1993 dan dilanjutkan oleh Shogren et al pada tahun 1998 yang menghasilkan biofoam dengan bahan baku pati jagung dan pati gandum yang ditambahkan dengan guar gum dan magnesium stearat (Iriani, 2013). *Thermopressing* merupakan teknologi cetak yang menggunakan prinsip dimana adonan dicetak pada suhu dan tekanan tertentu. Metode ini digunakan dengan cara memanfaatkan panas yang dihasilkan dari alat *thermopressing machine*. Kadar air yang ada pada adonan akan menguap karena adanya panas yang kemudian berfungsi sebagai blowing agent. Selama proses pencetakan, uap air tersebut akan mendorong proses ekspansi dari adonan pati hingga terbentuk biofoam sesuai dengan bentuk cetakan yang digunakan (Shogren et al., 1998).

2. Metode Ekstrusi

Teknologi ekstrusi pertama kali dikemukakan oleh Joseph Barmat pada tahun 1797 yang kemudian mendorong berkembangnya aplikasi pada industri pangan, plastik dan farmasi. Teknologi ini memanfaatkan perlakuan kombinasi dari proses tekanan, gesekan dan suhu secara bersamaan dalam suatu ulir yang bergerak. Didalam proses ekstruksi ini menggunakan alat ekstruder yang akan menghasilkan panas dan gaya gesek yang mengakibatkan pati mengalami gelatinisasi dan mencair. Pati yang mencair tersebut akan mendapat tekanan yang besar saat melewati lubang kecil pada die sehingga uap air yang ada akan menimbulkan bubble effect yang menyebabkan cairan pati tersebut mengembang. Selanjutnya kontak dengan udara luar yang lebih rendah suhunya akan menyebabkan produk yang sudah mengembang tersebut mengeras hingga diperoleh produk yang mengembang jauh lebih besar dibandingkan bahan bakunya (Lawton et al., 2004).

3. *Microwave Assisted Moulding*

Microwave Assisted Moulding (MAM) adalah salah satu metode pembuatan biofoam dengan prinsip menggunakan bantuan panas yang dihasilkan gelombang mikro untuk mengembangkan pati. Metode ini pertama kali digunakan oleh Zhou pada tahun 2004 untuk membantu proses pembuatan *moulded starch foam*. Proses ini meliputi perubahan bentuk dari pati menjadi pelet dengan proses ekstrusi dan selanjutnya pelet tersebut diekspansikan dengan bantuan *microwave*. Pengembangan pellet tersebut memanfaatkan sifat *swelling power* dari pati yang menunjukkan kemampuan pati untuk menyerap air dan memperbesar ukurannya jika dipanaskan (Iriani, 2013).

4. Metode Pemanggangan (*Baking Process*)

Pemanggangan adalah metode pembuatan biofoam yang menggunakan panas kering, biasanya menggunakan oven. Proses yang dikenal sebagai *baking process* pada pembuatan foam mencakup dua langkah yakni yang pertama gelatinisasi pati dan pada langkah kedua yaitu pengeringan foam. Gelatinisasi pati adalah suatu proses dimana granula pati akan

mengembang disebabkan karena penambahan sejumlah air (Ginting dkk, 2014). Pada dasarnya, proses memanggang dalam oven dikendalikan dengan memodifikasi waktu dan suhu. Suhu operasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan warna gelap dan merusak komponen bahan. Namun, suhu operasi yang terlalu rendah akan menyebabkan tekstur permukaan yang kurang baik (Sipahutar, 2020).