



KAJIAN TEKNOLOGI PRODUKSI *BIODEGRADABLE FOAM* BERBASIS PATI DAN SELULOSA SEBAGAI KEMASAN RAMAH LINGKUNGAN : STUDI PUSTAKA

[Study of Cellulose and Starch-Based Biodegradable Foam Production Technology as Environmentally-Friendly Packaging Materials: A Review]

Felga Zulfia Rasdiana^{1*}, Cesar Welya Refdi¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang

*Email: felgazulfiarasdiana@gmail.com (Telp: +6281266634280)

Diterima tanggal 18 Mei 2021

Disetujui tanggal 30 Mei 2021

ABSTRACT

Biodegradable foam is an alternative to styrofoam packaging which is not environmentally friendly and harmful to health. Various sources of starch are widely available in nature which can be used as raw material for making biodegradable foam. Several researchers found that many types of starch can be used as the main material for making biodegradable foam, including cassava starch, corn starch, sago starch, durian seed starch, jackfruit seed starch, avocado seed starch, and banana weevil starch. The production methods used in several studies include thermopressing, baking process, microwave-assisted molding, and extrusion. Biodegradable foam based on starch is brittle, sensitive to water, and requires additional treatment to increase strength, flexibility, and water resistance to be commercially applied. The purpose of this article was to provide information on the production of biodegradable foam from various types of starch and cellulose. Based on the results of the analysis, the characteristics of biodegradable foam using the baking process method and modified sago starch resulted in better water absorption values compared to other types of starch and production methods.

Keywords: *Biodegradable foam, biofoam characteristics, manufacturing method, starch*

ABSTRAK

Biodegradable foam merupakan alternatif pengganti kemasan styrofoam yang tidak ramah lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan. Berbagai sumber pati banyak tersedia di alam yang dapat dijadikan bahan baku pembuat biodegradable foam. Beberapa peneliti menemukan bahwa banyak jenis pati yang dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan biodegradable foam, diantaranya yaitu pati singkong, pati jagung, pati sagu, pati biji durian, pati biji nangka, pati biji alpukat, dan pati bonggol pisang. Metode pembuatan yang digunakan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan yaitu thermopressing, baking process, microwave assisted moulding, dan ekstrusi. Biodegradable foam berbahan dasar pati mempunyai sifat rapuh, sensitif terhadap air dan membutuhkan tambahan perlakuan untuk meningkatkan kekuatan, fleksibilitas dan ketahanan terhadap air agar dapat diaplikasikan secara komersial. Penulisan artikel ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai pembuatan biodegradable foam dari berbagai jenis pati dan selulosa. Berdasarkan hasil analisis, karakteristik biodegradable foam dengan metode baking process dan bahan pati sagu termodifikasi menghasilkan nilai daya serap air yang lebih baik dibandingkan jenis pati dan metode pembuatan lain.

Kata kunci: *Biodegradable foam, karakteristik biofoam, metode pembuatan, pati*



PENDAHULUAN

Pergeseran gaya hidup manusia saat ini yang mengarah kepada penyajian serba praktis juga berdampak terhadap meningkatnya penggunaan plastik *styrofoam* sebagai kemasan produk makanan dan minuman. *Styrofoam* merupakan salah satu golongan kemasan plastik yang dibuat dari polimer *polystyrene* yang dibusakan. Bahan baku pembuatan *styrofoam* berasal dari minyak bumi dan bahan sintetis bersifat karsinogenik yang berbahaya bagi kesehatan dan tidak bisa terurai di lingkungan. Bahkan *Environmental Protection Agency* (EPA) mengategorikan sampah *styrofoam* sebagai limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia (Hendrawati *et al.*, 2017).

Styrofoam banyak digunakan oleh produsen makanan dan minuman sebagai bahan pengemas produk sekali pakai, baik untuk makanan siap saji, makanan segar maupun makanan siap olah. Penggunaan tersebut dikarenakan terdapat keunggulan yang dimiliki oleh kemasan *styrofoam* antara lain tidak mudah bocor, praktis, ringan, kemampuan menahan panas dan dingin yang baik serta lebih ekonomis. Dibalik keunggulan dan manfaat yang dimilikinya, *styrofoam* memiliki banyak dampak negatif karena dapat terjadinya migrasi monomer dari kemasan ke produk yang dikemas, jika dalam jangka waktu panjang hal ini dapat membahayakan kesehatan. Kandungan bahan kimia pada *styrofoam* seperti benzena, stirena dan karsinogen akan bereaksi lebih cepat akibat uap panas dari makanan yang dimasukkan ke dalam *styrofoam*. Dilaporkan bahwa kandungan karsinogenik pada *styrofoam* dalam bentuk stirena tidak dapat larut dalam sistem pencernaan dan sulit untuk dikeluarkan melalui urin atau feses yang pada akhirnya dapat memicu pertumbuhan sel kanker (Singh dan Bishnoi, 2012). *Styrofoam* juga memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan karena tidak dapat terurai di alam.

Saat ini telah dilakukan berbagai upaya pengembangan produk *bio-based* polimer yang berasal dari bahan alam untuk mengurangi bahaya negatif dari *styrofoam*, sehingga lebih aman bagi kesehatan dan tidak mencemari lingkungan. Salah satu upaya pengembangan tersebut adalah dengan menciptakan kemasan bioplastik yang digunakan sebagai alternatif pengganti *styrofoam* yakni *biodegradable foam* atau *biofoam*. Bahan utama yang banyak digunakan dalam pembuatan *biodegradable foam* adalah pati. Penggunaan pati sebagai alternatif bahan utama pembuatan *biofoam* bukan tanpa alasan, pati memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat diperbaharui, ketersediaan bahan baku yang melimpah di alam dan mudah didegradasi. Pati juga memiliki sifat khusus seperti memiliki kemampuan mengembang dan mudah dimodifikasi (Muharram, 2020). Namun, *biofoam* dari pati murni masih memiliki kekurangan yaitu bersifat rapuh dan mudah menyerap air. Untuk meningkatkan kekuatan dan fleksibilitas *biofoam* berbasis pati, dapat dilakukan penambahan zat aditif diantaranya *plasticizer*, pati modifikasi, polimer sintetis dan serat (Etikaningrum *et al.*, 2016).

Penelitian terbaru telah dilakukan oleh beberapa peneliti menggunakan berbagai jenis pati dan bahan aditif selulosa sebagai bahan pembuatan *biodegradable foam* untuk memperoleh karakteristik *biodegradable*



foam terbaik, beberapa penelitian tersebut antara lain: pati singkong (Etikaningrum *et al.*, 2016; Hendrawati *et al.*, 2015; Warsiki *et al.*, 2012; Kaisangsri *et al.*, 2019), pati sagu (Hendrawati *et al.*, 2017; Banganglino dan Ridhawati, 2016), pati sagu termodifikasi (Hendrawati *et al.*, 2019), pati jagung (Yudanto dan Pudjihastuti, 2020), pati biji durian (Sipahutar, 2020), pati biji nangka (Nurfitasari, 2018), pati biji alpukat (Fauzan *et al.*, 2018), dan pati bonggol pisang (Irawan *et al.*, 2018). Dari hasil semua penelitian ini, sifat *biofoam* sangat dipengaruhi oleh tipe bahan baku, bahan tambahan dan metode yang digunakan. Oleh karena itu penulisan review ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji mengenai metode produksi dan karakteristik *biodegradable foam* dengan berbagai sumber pati dan selulosa beserta aplikasinya berdasarkan referensi jurnal-jurnal bereputasi baik nasional maupun internasional. Hasil review dapat dijadikan landasan atau rujukan untuk melaksanakan penelitian mengenai produksi *biodegradable foam* serta aplikasinya dalam kemasan produk pangan dan hasil pertanian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan studi pustaka melalui analisis dan sintesis beberapa referensi terkait. Sumber referensi yang dianalisis berasal dari jurnal-jurnal yang bereputasi baik nasional maupun internasional untuk 10 tahun terakhir yang diambil dari beberapa website publikasi jurnal seperti: Science Direct, Garuda Ristekdikti, Researchgate, dan Google Scholar. Referensi yang digunakan dikelompokkan dalam beberapa kategori seperti metode pembuatan *biodegradable foam*, karakteristik *biodegradable foam* dan aplikasi *biodegradable foam* sebagai kemasan produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Produksi *Biodegradable foam*

Biodegradable foam dibentuk dengan metode atau proses penggabungan antara bahan-bahan penyusunnya dalam bentuk komposit. Komposit terdiri dari dua komponen yaitu matriks dan komponen pengisi atau penguat. Matriks merupakan komponen yang berperan sebagai perekat atau pengikat dan pelindung bahan pengisi atau penguat dari kerusakan eksternal, sedangkan pengisi atau penguat berfungsi sebagai penguat matriks (Harper, 1996). Matriks biasanya terbuat dari polimer alam, sedangkan pengisi atau penguat sering kali menggunakan serat alam dan bahan partikel.

Komposit *biofoam* berbasis pati dapat diproduksi dengan banyak teknik termasuk ekstrusi atau dipanggang dicetakan panas (Salgado *et al.*, 2008). Pembuatan *biofoam* berbasis pati dapat dibagi menjadi dua langkah utama yaitu gelatinisasi pati dan penguapan air yang menyebabkan retrogradasi. Metode pembuatan



biodegradable foam dari berbagai jenis pati dan selulosa dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain sebagai berikut:

a. *Thermopressing*

Teknologi proses ini menggunakan prinsip pembuatan wafer dimana adonan dicetak pada suhu dan tekanan tertentu. Kadar air yang terkandung pada adonan akan menguap karena adanya panas yang kemudian berfungsi sebagai *blowing agent*. Selama proses pencetakan, uap air tersebut akan mendorong proses pengembangan dari adonan pati hingga terbentuk busa sesuai dengan bentuk cetakan yang digunakan (Shorgen *et al.*, 2020). Pada proses pembuatannya, campuran bahan (komposit) diaduk hingga tercampur rata. Perbandingan bahan padat dan cair adalah (60:40). Selanjutnya adonan dicetak menggunakan alat *thermopressing* selama 4 menit dengan suhu mesin bagian atas 177 °C dan bagian bawah 166 °C (± 50 gram untuk satu cetakan *biofoam*) (Etikaningrum *et al.*, 2016).

b. *Baking process*

Metode pembuatan *biofoam* ini menggunakan prinsip pencetakan dan pemanggangan untuk menghilangkan kadar air bahan. Proses pengeringan yang terjadi di dalam oven akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat lepasnya air sehingga gel akan membentuk lapisan yang stabil. Sebelum dilakukan pemanggangan dalam oven, campuran bahan (komposit) dilakukan pengadukan cepat menggunakan *mixer* selama 5 menit hingga terbentuk adonan yang homogen. Adonan dituang ke dalam cetakan, kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100 °C selama 60 menit untuk menghilangkan kadar air. Setelah 1 jam, *biofoam* dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu ruang selama 4 hari. (Hendrawati *et al.*, 2015)

c. *Microwave assisted moulding*

Microwave assisted moulding (MAM) merupakan salah satu metode pembuatan *biofoam* dengan prinsip menggunakan bantuan panas yang dihasilkan gelombang mikro untuk mengembangkan pelet pati. Pengembangan tersebut memanfaatkan sifat *swelling power* dari pati yang menunjukkan kemampuan pati untuk menyerap air dan memperbesar ukurannya jika dipanaskan. Pada metode ini, bahan utama pati ditambahkan dengan bahan aditif lain yang sudah ditentukan kadar dan jumlahnya, kemudian pada tahap plastisasi digunakan *rheocor mixer* 3000 HAAKE dengan kecepatan 65 rpm dan suhu 100 °C selama 5 menit untuk menghasilkan pati termoplastis. Setelah selesai adonan diperkecil ukurannya menggunakan pisau hingga membentuk pelet pati. Pelet pati termoplastis tersebut kemudian dilakukan proses pengembangan atau pembentukan busa di dalam microwave oven yang dirancang khusus yang dilengkapi dengan adanya kombinasi aliran udara panas dan pemanasan dari microwave. Cetakan diisi dengan pelet yang ditempatkan di tengah piring yang berputar di dalam microwave oven dengan tingkat power level 100% pada daya 1 kW selama 45 detik (Warsiki *et al.*, 2012).



d. Ekstrusi

Pada metode ini terjadi beberapa kombinasi proses dalam satu alat seperti pencampuran, pemasakan, pengadukan, pemotongan, dan pembentukan. Pada proses ekstrusi, pati akan diurai dan area kristalin dari granula pati meleleh karena panas yang dihasilkan pada proses pemotongan dan pemasakan. Pati terdegradasi akan berbentuk cair pada tahap akhir ekstruder dan cetakan, kemudian keluar dari cetakan dan mengembang karena penurunan tekanan dan perubahan kelembaban uap. Dalam proses pembuatan foam, campuran bahan (komposit) dibuat menggunakan *twin screw extruder* dengan profil screw dan celah cetakan memiliki lebar 40 mm dan panjang 2 mm. Campuran bahan dimasukkan secara manual ke dalam ekstruder. Proses ekstrusi dilaksanakan untuk mempertahankan asupan penuh dan memastikan bahwa aliran dan asupan bahan berjalan dengan baik selama proses ekstrusi dengan kecepatan 250 rpm dan suhu 50-140 °C. Ekstrudat dapat diperoleh ketika semua sistem telah stabil. (Kaisangsri *et al.*, 2019). Pembuatan *biofoam* dengan metode ekstrusi memiliki keunggulan karena produktivitas yang tinggi, namun pada kondisi tertentu keberadaan alat ekstruder sulit dijumpai sehingga hanya digunakan untuk kalangan terbatas.

Karakteristik *Biodegradable foam*

Banyak jenis pati yang dapat digunakan untuk pembuatan *biodegradable foam*, karena beragamnya sumber bahan baku dan metode yang digunakan maka karakteristik *biofoam* yang dihasilkan pun berbeda-beda. Pada Tabel 1 ditampilkan beberapa contoh karakteristik *biofoam* dari berbagai jenis pati dan selulosa.

Tabel 1. Analisis *biofoam* dari berbagai jenis pati

| No | Sampel | Metode | Karakterisasi | | | | | Pustaka |
|----|---|-----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|----------|----------|-----------------------------------|
| | | | Dsa (%) | Densitas (g/cm ³) | Kt (N/mm ²) | Dsc (°C) | Ts (MPa) | |
| 1 | Pati singkong & serat tandan kosong sawit | <i>Thermopressing</i> | 23,4 | 0,28 | 13,92 | | | Etikaningrum <i>et al.</i> , 2016 |
| 2 | Pati sagu dan bagas tebu | <i>Thermopressing</i> | 15 | | | 89,14 | | Bangngalino <i>et al.</i> , 2016 |
| 3 | Pati bonggol pisang dan ubi nagara | <i>Thermopressing</i> | | | 4,02 | 166,50 | | Irawan <i>et al.</i> , 2018 |
| 4 | Pati sagu dan isolat protein | <i>Baking process</i> | 19 | | | | 7 | Hendrawati <i>et al.</i> , 2017 |
| 5 | Pati sagu termodifikasi dan isolat protein | <i>Baking process</i> | 4,95 | 1,2 | | | 1,27 | Hendrawati <i>et al.</i> , 2019 |
| 6 | Pati biji durian dan nanoselulosa ampas teh | <i>Baking process</i> | 21,5 | 1,02 | | | 5,65 | Sipahutar, 2020 |



| | | | | | | | |
|----|----------------------------------|------------------------------------|-------|-------|------|-------|---------------------------------|
| 7 | Pati jagung dan sampah kertas | <i>Baking process</i> | 47,26 | | | 4,548 | Yadanto <i>et al.</i> 2020 |
| 8 | Pati biji alpukat dan serat ijuk | <i>Baking process</i> | 9,72 | | | 8,716 | Fauzan, 2019 |
| 9 | Pati singkong dan ampok jagung | <i>Microwave assisted moulding</i> | | 0,6 | 3,86 | 87,75 | Warsiki <i>et al.</i> , 2012 |
| 10 | Pati singkong dan selulosa murni | <i>Extrusion</i> | | 0,197 | | | Kaisangsri <i>et al.</i> , 2019 |

Keterangan : Dsa = daya serap air; Kt = kuat tekan; Dsc (*differential scanning calorimeter*) = analisis termal

Ts (*tensile strength*) = kuat tarik

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa berbagai jenis pati dan serat selulosa memiliki potensi untuk menjadi bahan utama dalam proses pembuatan *biodegradable foam*. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa metode pembuatan *biodegradable foam* yang banyak digunakan adalah metode *baking process* dan *thermopressing*. Hasil *screening* dan analisis terhadap *biodegradable foam* dari berbagai sumber pati terbaik diperoleh dari pati sagu termodifikasi dan isolat protein yang menunjukkan nilai daya serap air yang rendah sebesar 4,95%, densitas 1,02 g/cm³ dan nilai kuat tarik 1,27 MPa, sedangkan analisis *biodegradable foam* pati dan selulosa terendah diperoleh dari pati jagung dan sampah kertas dengan nilai daya serap air 47,26% dan nilai kuat tarik 4,548 MPa. Kedua jenis *biofoam* ini menggunakan metode produksi yang sama dalam pembuatannya yakni metode *baking process*.

Kebanyakan produk *biodegradable foam* yang dihasilkan masih memiliki sifat mekanis dan ketahanan air yang rendah. Perbaikan karakteristik sifat mekanik dapat dilakukan dengan penggunaan pati yang rasio amilopektin lebih tinggi dibanding dengan amilosa. Hendrawati *et al.* 2017 melaporkan bahwa bahan baku pati sagu memiliki daya serap air yang lebih rendah dibandingkan pati singkong dan pati jagung, karena kadar amilopektin pada pati sagu lebih tinggi daripada jagung dan singkong. Amilopektin adalah senyawa non polar yang tidak larut dalam air. Upaya lain dalam meningkatkan sifat fisik dan mekanis dari *biofoam* adalah dengan melakukan modifikasi pati. *Biodegradable foam* dari pati modifikasi melalui hidrolisis asam mempunyai ketahanan terhadap air yang jauh lebih baik dari *biofoam* pati alami dikarenakan pati hasil modifikasi telah dirusak bagian amorfnya sehingga menyisakan pati bagian kristalin yang mempunyai ketahanan terhadap air lebih baik. Penurunan daya serap air dapat terjadi pada pati yang telah dirusak bagian amorf oleh hidrolisis asam yang ditandai dengan kecenderungan penurunan sensitivitas terhadap air.

Penambahan isolat protein juga mempengaruhi daya serap air suatu foam. Semakin tinggi komposisi protein, maka akan semakin menurunkan daya serap air pada foam. Hal ini dikarenakan pada isolat protein terkandung asam amino yang bersifat hidrofobik seperti valin, isoleusin dan asam glutamat. Kandungan asam amino yang tinggi menurunkan *post-pressing moisture content* dan kapasitas penyerapan air dari foam (Salgado *et al.*, 2008).



KESIMPULAN

Penggunaan berbagai jenis pati berpengaruh terhadap karakteristik *biodegradable foam* yang dihasilkan terutama terhadap kemampuan daya serap air. Pati dengan kandungan amilopektin lebih tinggi memiliki kemampuan daya serap air lebih baik dibandingkan pati dengan amilopektin lebih rendah. Pemilihan metode pembuatan secara umum tidak berpengaruh secara nyata terhadap karakteristik *biodegradable foam* yang dihasilkan. Metode yang paling banyak digunakan yaitu *thermopressing* dan *baking process*. *Biodegradable foam* dari pati sagu termodifikasi dan isolat protein menunjukkan nilai daya serap air paling baik dibandingkan dengan bahan baku pati lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangngalino H dan Ridhawati. 2016. Pemanfaatan Bagas Tebu dan Pati Sagu sebagai Sustainable Packaging Material pada Pembuatan Komposit *Biofoam*. Prosiding Seminar nasional Teknologi Industri IV: 80-89.
- Etikaningrum, Hermanianto J, Iriani ES, Syarief R, dan Permana AW. 2016. Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit pada Sifat Fungsional *Biodegradable foam*. J. Penelitian Pascapanen Pertanian, 13(3): 146-155.
- Fauzan F. 2019. Karakteristik *Biodegradable foam* Berbahan Dasar Pati Biji Alpukat, Serat Ijuk Aren dan Kitosan. Disertasi. UIN Sunan Gunung Djati. Bandung.
- Hendrawati N, Dewi EN, dan Santosa S. 2019. Karakterisasi *Biodegradable foam* dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif. Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan 3(1): 47-52.
- Hendrawati N, Lestari YI, dan Wulansari PA. 2017. Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Sifat *Biodegradable foam* Berbahan Baku Pati. J. Rekayasa Kimia dan Lingkungan 12(1): 1-7. <https://doi.org/10.23955/rkl.v11i2.5002>
- Hendrawati N, Sofiana AR, dan Widyantini IN. 2015. Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan jenis Protein pada Pembuatan *Biodegradable foam* dengan Metode *Baking process*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan, 4 (2) : 34-39. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4166>.
- Irawan C, Aliah, dan Ardiansyah. 2018. *Biodegradable foam* dari Bonggol Pisang dan Ubi Nagara sebagai Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan, 10 (1): 33-42.
- Kaisangsri N, Kowalski RJ, Kerdchoechuen O, Laohakunjit N, dan Ganyal GM. 2019 Cellulose fiber enhance the physical characteristics of extruded biodegradable cassava starch foam. J. Industrial Crops and Products, 37(1): 542-546. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111810>.
- Muharram FI. 2020. Penambahan Kitosan pada *Biofoam* Berbahan Dasar Pati. J. Edufortech, 5 (2): 118-127



- Nurfitasari I. 2018. Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gelatin terhadap Kualitas *Biodegradable foam* Berbahan Baku Pati Biji Nangka (*Artocopus heterolhyllus*). Disertasi, Universitas Islam Negeri Alaudin Makassar.
- Salgado PR, Schimdt VC, and Sara E. 2008. *Biodegradable foam* based on cassava starch, sun flower proteins, and cellulose fiber by *baking process*. Journal of Food Engineering 85:435-443.
- Shorgen RL, Lawton JW and Tiefenbacher KF. 2020. Baked starch foams: starch modifications and additives improve process parameters, structure and properties. J. Industrial Crops and Products, 16 (1):69-79.
- Singh A and Bishnoi NR. 2012. Enzymatic Hydrolysis Optimazation of Microwave Alkali Pretreated Wheat Straw and Ethanol Production by Yeast. J. Bioresource Technology, 108: 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.biotech.2011.12.084>.
- Sipatuhar BK. 2020. Pembuatan *Biodegradable foam* dari Pati Biji Durian (*Durio zibethinus*) dan Nanoserat Selulosa Ampas Teh (*Camellia sinensis*) dengan Proses Pemanggang. Skripsi, Universitas Sumatera Utara. Medan
- Warsiki E, Iriani ES, dan Swandaru R. 2012. Physical Characteristics of Microwave Asssted Moulded Foam from Cassava Starch-Corn Hominy. Jurnal Teknik Kimia Indonesia 11(2): 108-115.
- Yudanto YA dan Pudjihastuti I. 2020. Characterization of Physical and Mechanical Properties of *Biodegradable foam* from Maizena Flour and Paper waste for Sustainable Packaging Material. International Journal of Engineering Applied Science and Technology, 5(8): 1-8.