

Karakteristik *Biodegradable Foam* Berbahan Baku Serbuk Pelelepah Sawit dan Derivat Selulosa

Immanuel Dyas Erlangga¹⁾, Ngatirah, S.P, M.P, IPM²⁾, Ir. Sunardi, M. Si²⁾

¹Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian INSTIPER

²Dosen Fakultas Teknologi Pertanian INSTIPER

Email Korespondensi: dyas.immanuel@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik *biodegradable Foam* berbahan baku serbuk pelepah sawit dan derivat selulosa sebagai bahan pengisi. Serta menganalisa konsentarsi bahan pengisi yang paling baik dalam pembuatan *biodegradable foam*. Rancangan penelitian ini menggunakan metode rancangan blok lengkap yang terdiri dari dua faktor. Faktor A adalah variasi jenis bahan pengisi yang terdiri dari 3 taraf yaitu A₁ (Serbuk Pelepah Sawit), A₂ (Selulosa Pelepah Sawit) dan A₃ (CMC Komersial). Sedangkan faktor B adalah variasi konsentrasi bahan pengisi yang terdiri dari 3 taraf yaitu B₁ (10 gram), B₂ (15 gram) dan B₃ (20 gram).

Variasi jenis bahan pengisi yang ditambahkan berpengaruh terhadap densitas, daya serap air, warna (L*) dan kuat tarik. Namun tidak berpengaruh terhadap *biodegradability*. Sedangkan, variasi konsentrasi bahan pengisi yang digunakan berpengaruh terhadap warna (L*). Namun tidak berpengaruh terhadap densitas, daya serap air, *biodegradability* dan kuat tarik. *Biodegradable foam* terbaik yang dihasilkan pada penelitian kali ini adalah A₃B₁ dengan nilai densitas 0,21 g/cm³, nilai L* 84,57, daya serap air 0,71%, *biodegradability* 0,80% dan kuat tarik 0,762 N/mm³.

Kata kunci : *biodegradable foam*, pelepah sawit, CMC.

PENDAHULUAN

Styrofoam merupakan salah satu jenis polimer kemasan makanan yang sangat sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama pada sektor industri makanan. Menurut Etikaningrum (2017) *styrofoam* banyak digunakan oleh industri makanan dikarenakan keunggulannya yang tidak mudah bocor, ringan, murah dan mampu mempertahankan suhu dari makanan yang disajikan. Namun dari semua kelebihan tersebut terdapat dampak negatif yang menanti jika penggunaan *styrofoam* terus bertambah seiring pertumbuhan jumlah penduduk di dunia. Hal tersebut disebabkan karena kelemahan *styrofoam* yang tidak mampu terurai, sehingga berdampak buruk pada lingkungan. Pernyataan ini didukung dengan pernyataan dari Hevira *et al.* (2021) *styrofoam* berdampak buruk bagi lingkungan karena penggunaannya yang sekali pakai yang setelah penggunaannya mampu menimbulkan penumpukkan sampah yang bersifat tidak mudah terurai di alam.

Menurut Etikaningrum (2017) bahan utama *styrofoam* yang berasal dari monomer stirena mampu berinteraksi pada produk pangan yang dibungkus

menggunakan *styrofoam*, sehingga dapat membahayakan kesehatan seperti meningkatnya resiko leukemia dan menyebabkan kanker. Berdasarkan dampak negatif dari penggunaan *styrofoam* maka perlu dilakukan pengembangan untuk membuat produk bioplastik atau biopolimer yang lebih alami sehingga lebih aman bagi kesehatan dan tidak mencemari lingkungan. Salah satu alternatif alami pengganti *styrofoam* adalah *biodegradable foam*.

Biodegradable foam merupakan alternatif pengganti *styrofoam* yang lebih aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan. *Biodegradable foam* pada umumnya terbuat dari bahan-bahan yang bersifat *biodegradable* atau mudah terurai di alam dan proses pembuatan *biodegradable foam* tidak menggunakan bahan kimia (Sipahutar, 2020). Pada umumnya bahan-bahan pembuatan *biodegradable foam* terdiri dari pati, serat dan bahan penunjang yang akan meningkatkan kualitas *biodegradable foam* seperti polivinil alkohol (PVOH), Mg stearat dan *plasticizer* alami gliserol (Hevira *et al.*, 2021). Serat alam atau selulosa merupakan salah satu bahan utama yang bisa digunakan dalam pembuatan *biodegradable foam*. Salah satu sumber serat alam yang berpotensi digunakan sebagai bahan pembuatan *biodegradable foam* adalah pelepah sawit.

Menurut Padil *et al.*, (2010) pelepah sawit mengandung Selulosa- α (35,92%), Hemiselulosa (26,05%), dan Lignin (17,74%). Berdasarkan komposisi inilah maka kandungan selulosa pelepah pohon sawit masih berpotensi untuk diaplikasikan dalam pembuatan *biodegradable foam*. Dikarenakan kurangnya pemanfaatan pelepah sawit dan komposisi serat alam yang terkandung pada pelepah sawit, maka peneliti tertarik menggunakan pelepah sawit sebagai sumber serat dalam pembuatan *biodegradable foam*. Pada pemanfaatannya sebagai bahan pembuatan *biodegradable foam*, peneliti akan menggunakan serat dan selulosa pelepah sawit sebagai bahan pengisi atau *filler biodegradable foam*. Alasan peneliti memilih pelepah sawit sebagai bahan pengisi juga dilatar belakangi oleh belum adanya data atau jurnal yang menjelaskan tentang pembuatan *biodegradable foam* berbahan baku pelepah sawit. Selain pelepah sawit peneliti juga menggunakan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) komersial sebagai bahan pengisi guna menjadi pemanding dalam penelitian kali ini. Dalam penelitian kali ini peneliti juga tertarik untuk meneliti konsentrasi penggunaan pelepah sawit untuk menghasilkan *biodegradable foam* terbaik. Hal ini dipilih karena selain jenis sumber bahan pengisi konsentrasi dari bahan pengisi yang digunakan juga dikatakan akan mempengaruhi beberapa karakteristik sifat fisik dan mekanik dari *biodegradable foam* (Etikaningrum, 2017).

Beberapa peneliti terdahulu sudah membuat *biodegradable foam* yang ditambahkan serat alami diantaranya serat ampok jagung (Iriani, 2013), modifikasi serat tandan kosong kelapa sawit (Etikaningrum, 2017) dan serbuk daun keladi (Ritonga, 2019). Pada penelitian ini akan mengembangkan *biodegradable foam* dengan sumber bahan pengisi dari pelepah sawit dan derivat selulosa yaitu CMC yang akan dicampur dengan pati tapioka, *polivinil alcohol* (PVA), Mg stearat dan air yang akan dicetak dengan menggunakan teknik *thermopressing*. Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk menganalisa pengaruh jenis bahan pengisi dan konsentrasi bahan pengisi

terhadap karakteristik fisik dan mekanik *biodegradable foam*. Serta mengetahui jenis bahan pengisi dan konsentrasi bahan pengisi yang mampu menghasilkan *biodegradable foam* yang terbaik. Kemudian biofoam yang dihasilkan masing masing akan dibandingkan sehingga mendapatkan biofoam dengan sifat fisik dan mekanik terbaik.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian STIPER Yogyakarta. Pembuatan *biodegradable foam* dilakukan di Rumah Produksi Biofoam milik Kelompok Taruna Tani Manunggal, Desa Nguter, Kecamatan Nguter, Kabupaten Sukoharjo. Secara keseluruhan penelitian dilaksanakan selama 3 bulan (Juni-Agustus 2022).

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk ekstraksi selulosa adalah parang, gergaji, blender/coper, baskom, oven, *hot plate*, kertas lakmus, *ball pipet*, timbangan analitik, *waterbath*, gelas ukur 100 ml, gelas beker 500 ml, erlenmeyer 1000 ml, corong kaca, pompa vakum, loyang aluminium/plastik, ayakan, batang pengaduk, kertas saring.

Alat yang digunakan untuk pembuatan *Biodegradable Foam* adalah alat *thermopressing*, mixer, timbangan digital dan baskom. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis sifat *Biodegradable Foam* adalah penggaris, *cutter/gunting*, timbangan analitik, jangka sorong, *stopwatch*, mangkok/piring, oven, *polybag* berisi tanah subur dengan tinggi tanah 10 cm, alat analisis warna (*colorimetry*) dan *Gester Tensile Strength Test* 013159.

Bahan yang digunakan untuk preparasi selulosa adalah serbuk pelepah sawit kering, NaOH 8%, NaOCL 5% dan aquadest. Sedangkan bahan yang digunakan untuk pembuatan *Biodegradable Foam* adalah serbuk pelepah sawit, selulosa pelepah sawit, CMC komersial tepung tapioka sebagai sumber pati, *Polivinil Alcohol* (PVOH), Mg Stearat dan air bersih.

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Blok Lengkap (RBL) yang merupakan rancangan blok dengan keseluruhan perlakuan yang dicobakan pada setiap blok. Rancangan blok dalam penelitian ini terdiri dari dua faktor, sebagai berikut:

1. Faktor pertama merupakan variasi bahan pengisi yang diberi simbol "A" dan terdiri atas tiga taraf.
A₁ = Serbuk pelepah sawit
A₂ = Selulosa pelepah sawit
A₃ = CMC komersial
2. Faktor kedua merupakan variasi konsentrasi bahan pengisi yang diberi simbol "B" dan terdiri atas tiga taraf.
B₁ = 10 gram
B₂ = 15 gram

B₃= 20 gram

Prosedur Penelitian

Penepungan Pelelepah Sawit

Pelelepah sawit diambil dari Fakultas Pertanian INSTIPER Yogyakarta dan KP2 INSTIPER Ungaran. Berikut adalah cara kerja penepungan pelelepah sawit:

- a. Potong pelelepah sawit menjadi ukuran yang lebih kecil dan dijemur dibawah sinar matahari selama 3 hari.
- b. Haluskan pelelepah sawit menggunakan blender atau coper listrik.
- c. Ayak bahan dengan menggunakan ayakan berukuran 60 mesh.
- d. Didapatkan tepung pelelepah sawit hasil ayakan dan serbuk pelelepah sawit sisa yang tidak terayak.

Ekstraksi Selulosa

Berikut adalah prosedur kerja analisa ekstraksi selulosa pelelepah sawit:

- a. Tepung pelelepah sawit dilarutkan dengan NaOH 8% dengan perbandingan (1:20) w/v di dalam Erlenmeyer 1000 ml.
- b. Panaskan menggunakan *waterbath* pada suhu 100°C selama 3,5 jam.
- c. Saring dan bersihkan menggunakan air panas hingga netral.
- d. Lakukan *belaching* dengan menggunakan larutan NaOCL 5% w/v dengan perbandingan 1:10 atau sebanyak 500 ml pada suhu 30°C selama 3 jam sehingga diperoleh selulosa dengan warna putih.
- e. Saring dan bersihkan menggunakan air panas hingga netral.
- f. Hasil penyaringan di oven pada suhu 60°C selama 24 jam.

Pembuatan Biodegradable Foam

1) Pembuatan Adonan Biodegradable Foam

Formulasi *biodegradable foam* dilakukan dengan mencampurkan variasi bahan pengisi dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Variasi bahan pengisi (A) terdiri dari 3 taraf dan variasi konsentrasi bahan pengisi (B) terdiri dari 3 taraf. Proses pencampuran sesuai urutan kombinasi TLUE yang ditentukan:

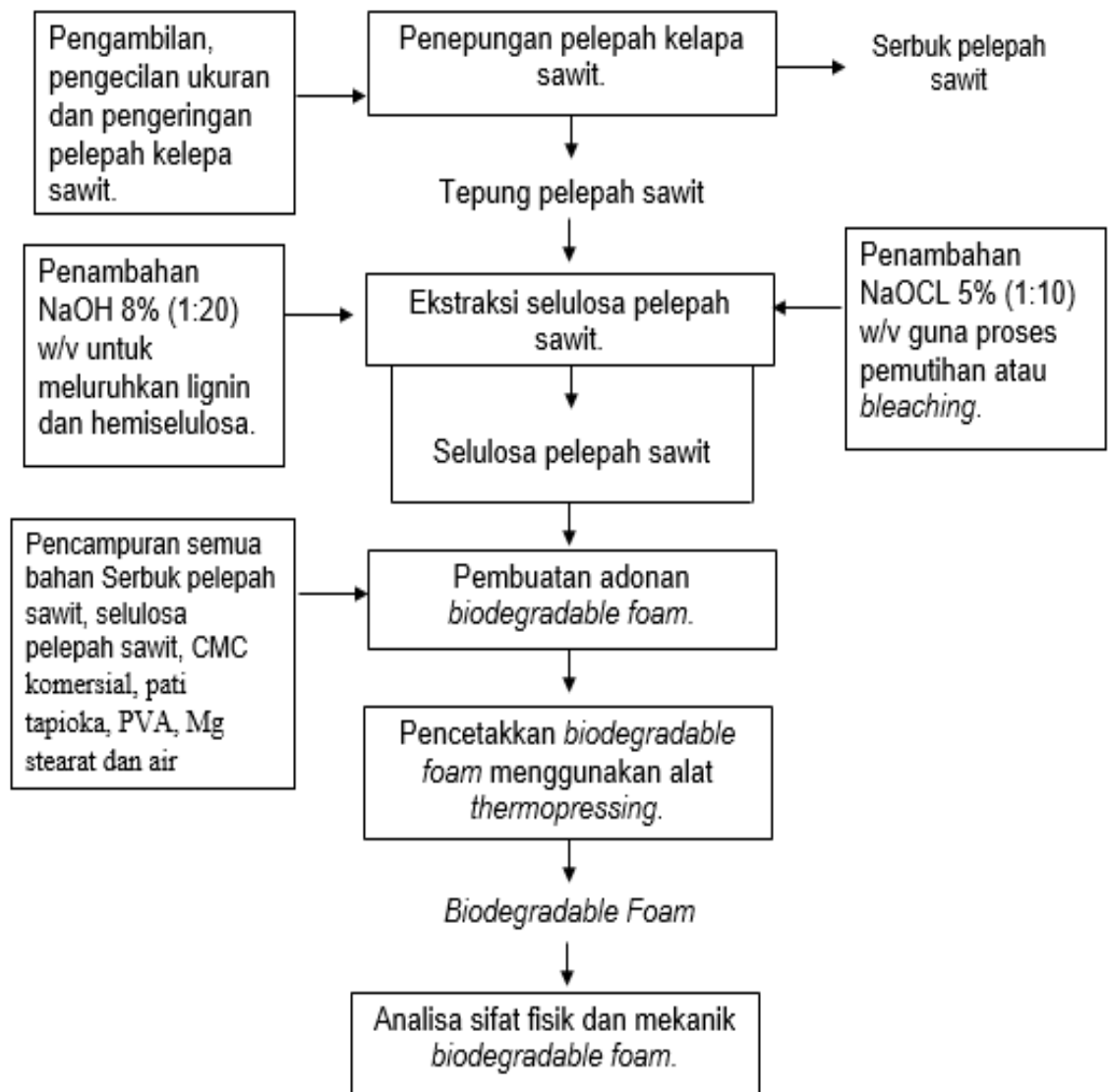
- a. Urutan pertama yaitu A₁B₁ yang selanjutnya dilakukan pencampuran dengan komposisi yaitu serbuk pelelepah sawit 10 gram, pati tapioka sebanyak 98 gram, PVA sebanyak 15 gram, 8 gram, Mg stearat dan 115 ml air.
- b. Aduk menggunakan mixer hingga semua bahan tercampur rata.
- c. Tuang adonan ke dalam cetakkan/*moulding* yang ada pada alat *thermopressing*.

2) Pencetakan Biodegradable Foam

Proses pencetakan ini mengacu pada standar yang diterapkan oleh Kelompok Taruna Tani Manunggal. Berikut adalah prosedur pencetakan *biodegradable foam*:

- a. Adonan diratakan pada sisi bawah cetakkan atau *moulding*.
- b. Turunkan beban pada alat *thermopressing*.
- c. Pencetakan dilakukan selama 5 menit pada suhu 172-175°C.
- d. *Biodegradable foam* dijemur di bawah sinar matahari hingga *biodegradable foam* terasa lebih keras.
- e. *Finishing* dengan cara memotong pinggiran mulut *Biodegradable foam* menggunakan mesin pemotong manual.
- f. Jemur kembali *biodegradable foam* di bawah sinar matahari selama 3 hari.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir proses penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Fisik *Biodegradable Foam*

1. Analisis Densitas

Analisa densitas dilakukan untuk mengetahui nilai kerapatan atau massa/volume dari *biodegradable foam*. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, adapun hasil uji Jarak Berganda Duncan densitas *biodegradable foam* pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil uji jarak berganda duncan densitas *biodegradable foam* (g/cm^3)

Perlakuan	A1 (Serbuk Pelepah Sawit)	A2 (Selulosa Pelepah Sawit)	A3 (CMC Komersial)	Rerata B
B1 (10 gram)	0,39 ^b	0,34 ^c	0,21 ^f	0,31
B2 (15 gram)	0,29 ^d	0,30 ^d	0,25 ^e	0,28
B3 (20 gram)	0,29 ^d	0,45 ^a	0,29 ^d	0,34
Rerata A	0,32 ^{xy}	0,36 ^x	0,25 ^y	

Berdasarkan data dari Tabel 2 diketahui bahwa CMC (A3) memiliki nilai densitas yang paling rendah jika dibandingkan dengan tiga jenis bahan pengisi lainnya yaitu $0,25 \text{ g/cm}^3$. Hal ini terjadi karena sifat *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) yang lebih mudah larut dalam air jika dibandingkan dengan dua bahan pengisi lainnya. Hal itu sesuai pernyataan Kamal (2010) bahwa pada CMC memiliki sifat yang suka terhadap air atau hidrofilik. Kemudian diindikasikan juga karena tekstur CMC halus sama seperti tepung tapioka yang digunakan pada penelitian kali ini, sehingga makin memungkinkan bahwa CMC kebanyakan larut dalam air. Jika CMC larut dalam air maka CMC tidak akan membentuk komposit didalam *biodegradable foam* melainkan membentuk rongga-rongga udara atau ruang hampa di dalam *biodegradable foam* yang menyebabkan *biodegradable foam* dapat berekspansi maksimum. Penyebab terbentuknya rongga-rongga ini dikarenakan CMC tidak berinteraksi dengan PVA untuk membentuk ikatan komposit. Hal ini didukung oleh pernyataan Ritonga (2019) bahwa rongga atau ruang hampa pada *biofoam* terjadi karena ikatan kohesivitas antar muka selulosa dan PVA tidak berinteraksi membentuk komposit yang sempurna.

Pada variasi jenis bahan pengisi A2 (selulosa pelepah sawit) memiliki nilai densitas yang paling tinggi jika dibandingkan dengan tiga jenis bahan pengisi lainnya yaitu $0,36 \text{ g/cm}^3$. Hal ini terjadi karena tidak adanya terbentuk ruang hampa atau rongga udara pada *biodegradable foam*. Tidak terbentuknya rongga udara disebabkan karena kurang halusnya selulosa yang digunakan dan kurang optimalnya proses ekstraksi selulosa, sehingga diindikasikan masih ada selulosa yang berukuran berkarakter seperti serbuk/serat pelepah sawit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Iriani (2013) bahwa penambahan serat akan mengakibatkan robeknya dinding gelembung udara atau rongga udara yang terbentuk pada proses ekspansi, akibatnya proses ekspansi atau pengembangan tidak berjalan sempurna.

Pada faktor B (variasi konsentrasi bahan pengisi) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai densitas *biodegradable foam*. Namun pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan maka semakin besar pula nilai densitas yang dihasilkan walaupun tidak signifikan. Hal ini disebabkan karena semakin banyak serat yang digunakan maka akan semakin banyak pula air yang diserap pada adonan sehingga menyebabkan adonan semakin kental sehingga adonan akan semakin sulit untuk berekspansi/mengembang. Dengan berkurangnya kemampuan untuk

mengembang maka akan meningkatkan nilai densitas dari *biodegradable foam*. Hal itu sesuai pernyataan Iriani (2013) bahwa penambahan konsentrasi ampok mampu meningkatkan densitas karena ampok menyerap sebagian besar air pada adonan yang mengakibatkan adonan menjadi kental, sehingga kemampuan *biofoam* untuk mengembang akan terhambat.

Berdasarkan hasil uji JBD menunjukkan bahwa terdapat interaksi terkecil nilai densitas terjadi pada sampel urutan eksperimental dengan kode A3B1 0,21 g/cm³ yang merupakan interaksi antara CMC dengan konsentrasi sebanyak 10 gram. Kemudian interaksi nilai densitas terbesar pada sampel dengan kode A2B3 0,45 g/cm³ yang merupakan interaksi antara selulosa pelepah sawit dengan konsentrasi sebanyak 20 gram.

Nilai densitas pada penelitian kali ini berkisar antara 0,21-0,45 g/cm³. Nilai ini densitas ini masih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian Etikaningrum (2017) yang membuat *biodegradable foam* dari modifikasi serat tandan kosong sawit menghasilkan nilai densitas 0,16-0,28 g/cm³. Kemudian bila dibandingkan dengan standar yang digunakan dalam penelitian ini, *biodegradable foam* yang dihasilkan masih di bawah standar *Biofoam Synbra Technology* yaitu 0,66 g/cm³.

2. Analisa Daya Serap Air

Analisa daya serap air dilakukan guna mengetahui ketahanan *biodegradable foam* terhadap air melalui kemampuannya menyerap air. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, adapun hasil uji Jarak Berganda Duncan daya serap air *biodegradable foam* pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil uji jarak berganda duncan daya serap air *biodegradable foam* (%)

Perlakuan	A1 (Serbuk Pelepah Sawit)	A2 (Selulosa Pelepah Sawit)	A3 (CMC Komersial)	Rerata B
B1 (10 gram)	0,14	0,23	0,71	0,36
B2 (15 gram)	0,20	0,27	0,80	0,42
B3 (20 gram)	0,17	0,19	0,73	0,36
Rerata A	0,17 ^{xy}	0,23 ^{yz}	0,75 ^{xz}	

Berdasarkan hasil uji JBD pada faktor A (variasi jenis bahan pengisi) dapat dilihat bahwa variasi sumber selulosa A1 (serbuk pelepah sawit) menghasilkan rerata daya serap air yang paling kecil yaitu 0,17%. Hal ini disebabkan karena serbuk pelepah sawit belum melalui proses preparasi selulosa. Jika belum dilakukan preparasi selulosa pada serat alam (pelepah sawit) maka serat alam tersebut masih mengandung lignin yang bersifat hidrofobik. Sifat hidrofobik pada lignin inilah yang menyebabkan daya serap air *biodegradable foam* menjadi kecil. Hal ini sesuai pernyataan dari Suryanto (2016) kandungan lignin yang ada pada serat alam bersifat hidrofobik sehingga akan mempengaruhi kemampuan daya serap air sebuah material.

Berbeda dengan variasi sumber selulosa A3 (CMC komersial) menghasilkan daya serap air yang besar yaitu 0,75 %. Hal ini disebabkan

karena pada CMC terdapat gugus hidroksil (OH) sehingga menyebabkan CMC bersifat hidrofilik atau mudah larut dalam air. Berdasarkan pernyataan Ariyani *et al.* (2019) peningkatan konsentrasi bahan bersifat hidrofilik dapat menurunkan ketahanan terhadap air pada sebuah produk sehingga menyebabkan daya serap air pada *biodegradable foam* tinggi.

Pada tabel uji JBD dapat dilihat bahwa nilai daya serap air terkecil terjadi pada sampel urutan eksperimental dengan kode A1B1 0,14 % yang merupakan kombinasi antara serbuk pelepah sawit dengan konsentrasi sebanyak 10 gram. Kemudian nilai daya serap air terbesar pada sampel dengan kode A3B2 0,80% yang merupakan kombinasi antara CMC dengan konsentrasi sebanyak 15 gram.

Persentasi daya serap air pada penelitian kali ini berkisar antara 0,14-0,80%. Persentasi daya serap air pada penelitian ini bila dibandingkan dengan hasil penelitian milik Etikaningrum (2017) menghasilkan presentase daya serap air yang lebih kecil. *biodegradable foam* yang dihasilkan oleh Etikaningrum (2017) berkisar antara 23,40-45,54%. Kemudian bila dibandingkan dengan standar yang digunakan dalam penelitian ini, *biodegradable foam* yang dihasilkan sudah memenuhi standar *Biofoam Synbra Technology* yaitu $< 2\%$. Berdasarkan hasil analisa daya serap air, akan dipilih persentasi daya serap air terkecil guna dianalisa lanjut pada analisa kuat Tarik (*tensile strength*). Pemilihan sampel dengan persentasi daya serap air terkecil diawali dengan menentukan persentasi terkecil berdasarkan faktor B (variasi konsentrasi selulosa) yang terkecil. Pemilihan berdasarkan faktor B dilakukan dikarenakan pada hasil analisa keragaman faktor B tidak berpengaruh nyata (tn). Sehingga dipilihlah sampel A1B1, A2B1 dan A3B1 sebagai sampel yang akan diuji pada analisa kuat tarik (*tensile strength*).

3. Analisis Warna

Parameter pengujian warna pada penelitian ini berdasarkan nilai *Lightnes* (L^*). Nilai *lightnes* (L^*) berkisar antara 0-100, dimana nilai 0 menandakan warna gelap/hitam dan 100 menandakan warna cerah/putih. Data primer analisa warna *lightnes* (L^*) terhadap *biodegradable foam* dapat dilihat pada Tabel 1. Kemudian untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, adapun hasil uji Jarak Berganda Duncan *lightnes* (L^*) *biodegradable foam* pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil uji jarak berganda duncan analisis warna *biodegradable foam* (L^*)

Perlakuan	A1 (Serbuk Pelepah Sawit)	A2 (Selulosa Pelepah Sawit)	A3 (CMC Komersial)	Rerata B
B1 (10 gram)	70,42 ^e	72,57 ^c	84,57 ^a	75,85 ^{km}
B2 (15 gram)	69,32 ^f	71,77 ^d	83,82 ^b	74,97 ^m
B3 (20 gram)	68,76 ^g	65,37 ^h	83,54 ^b	72,56 ^l
Rerata A	69,50 ^y	69,90 ^y	83,98 ^x	

Berdasarkan hasil uji keragaman Faktor A (variasi jenis bahan pengisi) berpengaruh sangat nyata terhadap nilai L^* . Variasi jenis bahan pengisi A3 (CMC) memiliki nilai *lightness* (L^*) yang paling besar yaitu 83,98. Nilai ini menandakan bahwa *biodegradable foam* yang dihasilkan sangat cerah pada penelitian kali ini. Hal ini terjadi karena CMC yang digunakan pada penelitian ini memiliki warna putih cerah sehingga mempengaruhi warna cerah yang dihasilkan pada *biodegradable foam*. Pernyataan ini didukung juga oleh pernyataan Fitriyaningtyas *et al.* (2015) bahwa warna cerah pada CMC dari ekstrak kedelai yang digunakan mempengaruhi warna margarin sari apel manalagi.

Pada variasi jenis bahan pengisi A1 (serbuk pelepah sawit) memiliki nilai *lightness* paling kecil yaitu 69,50. Nilai ini menunjukkan bahwa *biodegradable foam* yang dihasilkan paling gelap pada penelitian ini. Hal ini disebabkan oleh lignin yang terkandung pada serbuk pelepah sawit yang belum dilakukan preparasi selulosa. Pernyataan ini didukung juga oleh pernyataan Septevani *et al.* (2018) keberadaan lignin pada proses manufaktur kertas akan menurunkan tingkat kecerahan (*lightness*), sehingga lignin perlu dihilangkan secara maksimal.

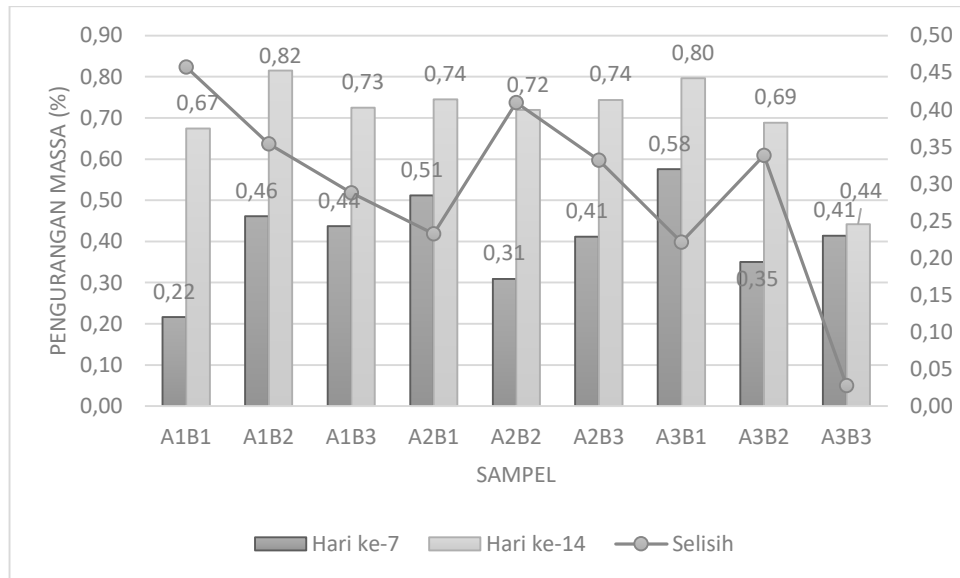
Pada faktor B (variasi konsentrasi bahan pengisi) berpengaruh sangat nyata. Apabila dilihat dari rata-rata faktor B, semakin tinggi konsentrasi serat yang digunakan maka nilainya semakin kecil. Hal itu menandakan bahwa semakin tinggi konsentrasi serat yang digunakan maka nilai L^* pada setiap sampel semakin gelap pula. Hal ini didukung oleh pernyataan dari Etikaningrum (2017) yang membuat *biofoam* dari tandan kosong kelapa sawit, dimana semakin tinggi konsentrasi tandan kosong kelapa sawit yang digunakan maka semakin kecil pula nilai (L^*) yang dihasilkan yang menandakan *biofoam* semakin gelap.

Berdasarkan hasil uji JBD menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor A dan B. Nilai interaksi nilai *lightness* terbesar terjadi pada sampel dengan kode A3B1 84,57 yang merupakan interaksi antara CMC dengan konsentrasi sebanyak 10 gram. Kemudian interaksi nilai *lightness* terkecil pada sampel dengan kode A2B3 65,37 yang merupakan interaksi antara selulosa pelepah sawit dengan konsentrasi sebanyak 20 gram.

Nilai L^* *biodegradable foam* yang dihasilkan pada penelitian kali ini berkisar antara 65,37-84,57. Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu nilai L^* pada penelitian ini lebih kecil dari penelitian terdahulu. Nilai L^* pada *biodegradable foam* penelitian Etikaningrum (2017) yang terbuat dari modifikasi serat tandan kosong sawit berkisar antara 84,76-91,03. Kemudian *biodegradable foam* pada penelitian Iriani (2013) yang terbuat dari pati murni sebesar 88,16. Selanjutnya apabila dibandingkan juga dengan *styrofoam* komersial, nilai L^* yang dihasilkan pada penelitian kali ini lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa *biodegradable foam* penelitian ini lebih gelap dari *styrofoam* komersial dan *biodegradable foam* penelitian terdahulu.

4. Analisa *Biodegradability*

Analisa *biodegradability* dilakukan guna mengetahui kemampuan terdegradasi di alam yang ditandai dengan adanya pengurangan massa. Pada analisa *biodegradability* faktor A dan faktor B tidak berpengaruh nyata, serta tidak terdapat interaksi antar kedua faktor. Untuk lebih jelas melihat perbedaan kenaikan persentasi massa *biodegradable foam* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik rerata persentasi pengurangan massa *biodegradable foam*

Berdasarkan hasil persentasi pengurangan massa dapat ditetapkan pada kode sampel A1B2 yang merupakan *biodegradable foam* dengan variasi bahan pengisi serbuk pelepah sawit dan komposisi bahan pengisi sebesar 15 gram merupakan hasil terbaik dalam analisa *biodegradability* dengan persentasi pengurangan massa paling besar pada hari ke-14 sebesar 0,82%. Sedangkan pada kode sampel A3B3 yang merupakan *biodegradable foam* dengan variasi bahan pengisi CMC dan komposisi bahan pengisi sebesar 20 gram memiliki persentasi pengurangan massa terkecil pada hari ke-14 sebesar 0,44%.

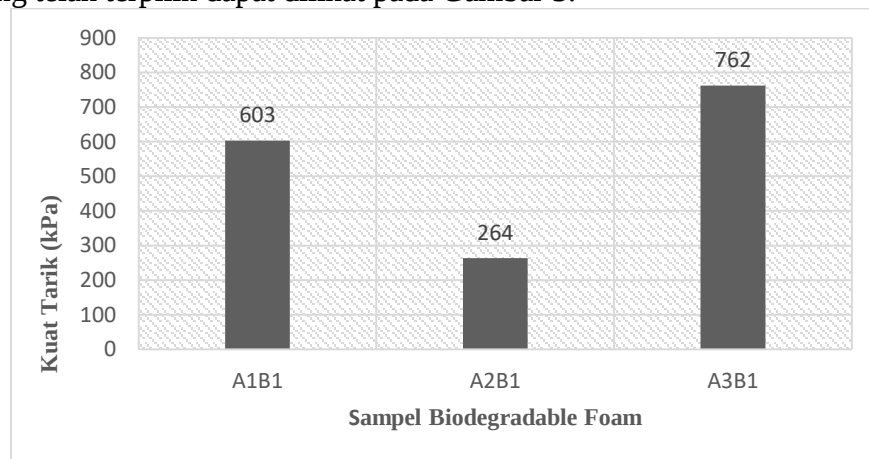
Berdasarkan grafik pada Gambar 2 di atas juga dapat disimpulkan bahwa semua sampel dapat terdegradasi. Hal ini ditunjukkan bahwa setiap sampel mengalami pengurangan berat disetiap hari pengecekan sampel. Hal ini diindikasikan terjadi karena semua bahan yang digunakan dalam *biodegradable foam* pada penelitian kali ini bersifat *biodegradable* atau mampu terdegradasi. Adapun hasil penelitian Ritonga (2019) yang membuat biofoam dari komposit serbuk daun keladi, menyimpulkan bahwa *biodegradable foam* dapat terurai disebabkan oleh selulosa yang memiliki struktur ikatan gugus fungsi C=C aromatic dan C=O karbonil yang bersifat hifrofilik sehingga dapat menangkap molekul air dari lingkungan sekitar sehingga memudahkan *biodegradable foam* dapat terdegradasi. Kemudian apabila dilihat pada Gambar 2 dengan seksama persentasi pengurangan

massa masih terhitung jauh dari angka 100%. Hal ini terjadi karena *biodegradable foam* hanya dikubur selama 14 hari (2 minggu), sedangkan pada penelitian terdahulu *biodegradable foam* dikubur 4-6 minggu untuk mampu terdegradasi secara sempurna. Pada penelitian Sipahutar (2020) analisis *biofoam* dari serat ampas teh dikubur didalam tanah selama 4 minggu untuk mencapai persentasi pengurangan massa sebesar 60,25%. Kemudian pada penelitian Irawan *et al.* (2018) analisis pengurangan massa *biodegradable foam* dari bonggol pisang dikubur didalam tanah selama 2 bulan (8 minggu).

B. Sifat Mekanik *Biodegradable Foam*

Analisis Kuat Tarik (*tensile strength*)

Analisa kuat tarik merupakan merupakan analisa mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan suat produk terhadap gaya tarik. Hasil uji kuat tarik (*tensile strength*) pada ketiga jenis sampel *biodegradable foam* yang telah terpilih dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kuat tarik *biodegradable foam*

Berdasarkan data pada gambar diatas dapat ditunjukkan bahwa sampel A3B1 memiliki nilai kuat tarik terbesar yaitu 0,762 N/mm² atau setara dengan 762 kPa. Sedangkan nilai kuat terkecil ditunjukkan oleh sampel A2B1 dengan nilai 0,264 N/mm² atau setara dengan 264 kPa. Jika sampel *biodegradable foam* dibandingkan dengan standar *Biofoam Synbra Technology* maka *biodegradable foam* yang dihasilkan pada penelitian kali ini belum memenuhi standar yang digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan maka dihasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi jenis bahan pengisi berpengaruh terhadap densitas, daya serap air, warna (L*) dan kuat tarik. Namun tidak berpengaruh terhadap *biodegradability*. Variasi konsentrasi bahan pengisi berpengaruh terhadap warna (L*). Namun

tidak berpengaruh terhadap densitas, daya serap air, *biodegradability* dan kuat tarik.

2. *Biodegradable foam* terbaik yang dihasilkan pada penelitian kali ini adalah A3B1 dengan nilai densitas 0,21 g/cm³, nilai L* 84,57, daya serap air 0,71%, *biodegradability* 0,80% dan kuat tarik 0,762 N/mm³.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas maka terdapat saran yang perlu dilakukan untuk penelitian lebih lanjut yaitu perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut berupa pengecekan pengaruh karakteristik *biodegradable foam* berbasis pelepah sawit terhadap bahan pendukung pembuatan *biodegradable foam*. Bahan-bahan pendukung tersebut seperti *polivinil alcohol* (PVA), sumber pati, Mg stearate dan air. Hal ini dilakukan supaya mampu menyempurnakan karakteristik *biodegradable foam* berbasis pelepah sawit. Perlu juga dilakukan penelitian mengenai pengaruh viskositas adonan terhadap karakteristik *biodegradable foam*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, D., Puryati Ningsih, E., & Sunardi, S. (2019). Pengaruh Penambahan *Carboxymethyl Cellulose* Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara (*Ipomoea batatas L.*). *Indo. J. Chem. Res.*, 7(1), 77–85.
- Etikaningrum. (2017). Pengembangan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit Pada Pembuatan *Biofoam*. *Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor*.
- Fitriyaningtyas, S. I., & Widyaningsih, T. D. (2015). Pengaruh Penggunaan Lesitin Dan Cmc Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Dan Organoleptik Margarin Sari Apel Manalagi (*Malus sylfertris Mill*) Tersuplementasi Minyak Kacang Tanah. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 226–236.
- Hevira, L., Ariza, D., & Rahmi, A. (2021). Pembuatan *Biofoam* Berbahan Dasar Ampas Tebu dan *Whey*. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(2), 75.
- Irawan, C., Aliah, & Ardiansyah. (2018). *Biodegradable Foam* dari Bonggol Pisang dan Ubi Nagara sebagai Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. *E-Journal Of Industrial System Portal (Kementerian Perindustrian)*, 33–42.
- Iriani, E. V. I. S., & Pascasarjana, S. (2013). Pengembangan Produk *Biodegradable Foam* Berbahanbaku.
- Kamal, N. (2010). Pengaruh Bahan Aditif CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa. *Jurnal Teknologi*, 1(17), 78–85.
- Padil, Silvia, A., Yelmida, A. (2010). Penentuan Temperatur Terhadap Kemurnian Selulosa Batang Sawit Menggunakan Ekstrak Abu TKS. *Pengembangan Dan Keberlanjutan Energi Di Indonesia*.
- Ritonga, A. U. M. (2019). Pembuatan Dan Karakterisasi *Biofoam* Berbasis Komposit Serbuk Daun Keladi Yang Diperkuat Oleh *Polivinil Asetat (PVAc)*.
- Septevani, A. A., Burhani, D., & Sudiyarmanto, S. (2018). Pengaruh Proses Pemutihan Multi Tahap Serat Selulosa Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 40(2), 71.
- Sipahutar, B. K. S. (2020). Pembuatan *Biodegradable Foam* Dari Pati Biji Durian (*Durio zibethinus*) Dan Nanoserat Selulosa Ampas Teh (*Camellia sinensis*) Dengan Proses Pemanggangan. 96.
- Suryanto, H. (2016). Review Serat Alam : Komposisi, Struktur, Dan Sifat Mekanis. *Teknik Mesin, July*, 1–23.