

Pemanfaatan Jerami Padi Menjadi Pembungkus Makanan Ramah Lingkungan

Meiyer Marthen Kinda¹

¹Institut Teknologi Del

Email: meiyer.kind@del.ac.id

Abstract: Plastic food packaging waste has become a threat to the survival of the ecosystem. Because it is difficult for this waste to decompose, there is massive accumulation in almost all rubbish dumps. Making environmentally friendly food packaging can be one of the many solutions available. Food packaging is made from organic materials and can be completely biodegradable without waiting a long time. The organic material used is rice straw which has not been utilized properly, especially in Toba Regency. As an adhesive material, tapioca flour is used which is first activated. The research used a central composite design with variables of tapioca mass and pressing temperature. The level for the tapioca variable is in the range 1-3 grams and the pressing temperature is in the range 70-100°C. Each sample was tested for tensile resistance and water absorption in accordance with SNI 8218:2015. The experimental samples provide data on tensile strength and water absorption that exceed SNI standards. After optimization, the optimum conditions for the production process were obtained at a temperature of 70°C and a tapioca mass of 2 grams.

Keywords: Rice Straw, Plastic, Food Wrapping.

Abstrak: Sampah plastik pembungkus makanan telah menjadi ancaman dalam kelangsungan hidup ekosistem. Karena sulitnya sampah ini terurai, terjadi penumpukan masif di hampir semua tempat pembuangan sampah. Pembuatan pembungkus makanan ramah lingkungan dapat menjadi satu dari sekian banyak solusi yang ada. Pembungkus makanan yang dibuat berasal dari bahan organik dan dapat terdegradasi (biodegradable) sempurna tanpa menunggu waktu lama. Bahan organik yang digunakan adalah jerami padi yang belum dimanfaatkan dengan baik khususnya di Kabupaten Toba. Sebagai perekat material digunakan tepung tapioka yang terlebih dahulu diaktifkan. Penelitian menggunakan central composite design dengan variabel massa tapioka dan temperatur penekanan. Level untuk variabel tapioka direntang 1-3 gr dan temperatur penekanan direntang 70-100°C. Setiap sampel diuji ketahanan tarik dan daya serap air sesuai dengan SNI 8218:2015. Sampel hasil percobaan memberikan data kekuatan tarik dan daya serap air melebihi standar SNI. Setelah dilakukan optimasi, diperoleh kondisi optimum proses produksi adalah pada temperatur 70°C dan massa tapioka 2 gram.

Kata Kunci: Jerami Padi, Plastik, Pembungkus Makanan.

PENDAHULUAN

Sten Gustaf Thulin adalah seorang ilmuwan asal Swedia yang pertama kali menemukan

kantong plastik. Pada tahun 1959, Thulin merasa prihatin dengan penggunaan kantong kertas sebagai pembungkus makanan. Oleh karena dengan makin banyaknya penggunaan kantong kertas, maka akan makin banyak pohon yang ditebang untuk dijadikan kertas. Sebagai solusinya Thulin kemudian membuat kantong plastik dengan harapan kantong plastik dapat digunakan secara berulang-ulang dan kantong kertas dapat ditinggalkan. Namun, niat Thulin yang awalnya baik, saat ini menjadi bencana. Oleh karena masyarakat dunia menggunakan kantong plastik yang seharusnya dapat dipakai berkali-kali menjadi sekali pakai (BBC, 2019). Saat ini sampah plastik telah menjadi ancaman bagi keberlangsungan hidup ekosistem khususnya di perairan. Hampir

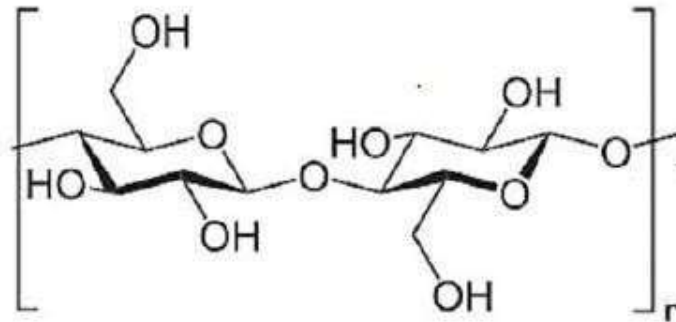
80% sampah yang ada di lautan saat ini adalah sampah plastik (KLHK, 2020). Dari 80% tersebut, sampah pembungkus makanan (kantong plastik) menjadi penyumbang terbesar. Hal ini disebabkan oleh penggunaan sampah plastik sekali pakai yang sangat masif. Material plastik sangat kuat untuk bertahan puluhan bahkan ratusan tahun. Sehingga ada begitu banyak hewan-hewan laut yang mati akibat memakan kantong plastik yang terombang-ambing bersama ombak. Meskipun saat ini telah banyak alternatif lain untuk menggantikan peran kantong plastik seperti bioplastik. Namun, alternatif tersebut kurang diminati oleh karena harga dari bioplastik jauh lebih mahal. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk membuat pembungkus makanan pengganti kantong plastik satu diantaranya pembungkus makanan dari jerami padi. Jerami dipilih karena masih banyak mengandung selulosa dan hemiselulosa yang sangat ideal untuk pembuatan pembungkus makanan ramah lingkungan. Namun, kekurangan dari produk hasil penelitian tersebut adalah tingginya daya serap terhadap air. Penelitian ini akan fokus untuk menemukan formula terbaik dalam pembuatan pembungkus makanan yang ramah lingkungan. Dengan melihat hasil pertanian daerah Kabupaten Toba yang melimpah dengan padi, maka penggunaan jerami padi sebagai bahan baku pembungkus makanan diharapkan akan lebih ekonomis.

TINJAUAN PUSTAKA

Sellulosa Jerami Padi

Jerami padi adalah produk samping hasil pertanian padi. Jerami sering kali dibakar atau dijadikan pakan ternak saat petani telah selesai panen. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amin dkk (2015) Jerami padi mengandung protein kasar 8,26%, serat kasar 31,99%, NDF 77,00%, ADF 57,91%, selulosa 23,05%, hemiselulosa 19,09%, dan lignin 22,93%. Selulosa

termasuk senyawa polisakarida yang mempunyai rumus empiris $(C_6H_{10}O_5)_n$, dimana n berkisar dari 2000 sampai dengan 3000 (Bahri, 2015). Selulosa merupakan polimer yang terkondensasi secara linear yang terdiri dari unit D-anhidroglukopiranososa yang berikatan melalui ikatan β -1,4-glikosidik. Selulosa bersifat resistan terhadap senyawa alkali kuat. Selulosa relatif resistan pada agen oksidasi (Kalia, Kaith, & Kaur, 2011). Struktur selulosa ditunjukkan oleh Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Struktur Selulosa (Nurhayati & Kusumawati, 2014)

Pada kayu, selulosa bersama-sama dengan hemiselulosa dan lignin saling berikatan erat seperti kristal dengan sisi kristal berbentuk monoklin yang membentuk lignoselulosa. Lignin bersifat kaku sementara selulosa bersifat lebih elastis. Sifat ini menyebabkan pada industri pulp dan kertas, bahan baku yang mengandung lignoselulosa harus mengalami delignifikasi yaitu proses penghilangan lignin. Adanya sifat kaku ini disebabkan oleh perbedaan ikatan antar polimer pada selulosa dan lignin. Selulosa merupakan polimer yang memiliki monomer berupa glukosa yang saling berikatan satu dengan lainnya secara *head-to-tail* melalui ikatan β -1,4-glikosida. Hal ini menyebabkan monomernya bebas bergerak satu dengan lainnya seperti dapat berayun ke atas atau ke bawah, bergerak lateral ke kiri atau ke kanan atau melakukan rotasi membentuk *cone* dengan sudut kemiringan tertentu, sehingga polimer selulosa lebih elastis. Berbeda dengan selulosa, lignin tersusun atas polimer yang terdiri dari monomer berupa fenilpropan yang saling berikatan satu terhadap lainnya secara *head-to-tail*, *head-to-head*, dan *tail-to-tail*. Adanya ikatan tiga dimensi tersebut mengakibatkan peregrakan segmen monomer- monomernya tidak bebas satu terhadap lainnya, sehingga polimer lignin bersifat kaku dan rapuh (amorf) (Pari, 2011). Kandungan selulosa pada Jerami padi dapat dimanfaatkan sebagai produk komposit.

Pengikat Komposit

Penelitian yang dilakukan oleh Gibson (1994) menyimpulkan bahwa matriks atau pengikat komposit memiliki empat fungsi:

1. Mengikat serat/komposit dalam satu struktur
2. Memperkuat serat/komposit sehingga dapat bertahan dalam kondisi lingkungan
3. Mendistribusikan beban ke filler secara merata
4. Memberi sifat kaku dan tangguh pada komposit

Berdasarkan bahan penyusunnya, perekat terbagi atas dua jenis, perekat organik dan anorganik. Selain karena ramah lingkungan, perekat organik lebih dipilih untuk pembuatan komposit dibanding anorganik karena tidak membutuhkan biaya yang mahal.

Menurut (Widyorini & Nugraha, 2015) bahan perekat alami berbasis biomassa yang berpotensi untuk dikembangkan adalah lignin, tanin, kedelai, kitosan dan sebagainya. Lignin dapat diperoleh dari kayu atau sumberdaya alam berlignoselulosa. Lignin merupakan komponen utama penyusun kayu selain selulosa dan hemiselulosa. Lignin terdiri dari molekul- molekul polifenol yang berfungsi sebagai pengikat sel-sel kayu sehingga kayu menjadi keras dan kaku.

Tepung Tapioka

Tepung tapioka atau biasa disebut tepung kanji adalah tepung yang berasal dari pati singkong. Tepung tapioka memiliki komposisi kimia pati 73,3–84,9%, lemak 0,08–1,54%, protein 0,03–0,60%, dan abu 0,02–0,33%. Pati dari tapioka terdiri atas 17% amilosa dan 83% amilopektin (Rickard et al. 1992).

Amilosa dan amilopektin merupakan komponen penting pembentuk struktur dasar pati. Komponen tersebut sangat memengaruhi karakteristik fisika kimia pati yang dihasilkan. Amilosa memiliki karakteristik rantai relatif lurus, membentuk film yang kuat dan struktur gel kuat. Sementara itu, amilopektin memiliki karakteristik rantai bercabang, membentuk film yang lemah, struktur gel lunak (Herawati, 2012). Perbandingan amilosa dan amilopektin di dalam pati dapat mempengaruhi tingkat kekuatan gel yang dihasilkan oleh tepung tapioka.

Mesin Hot Press

Mesin *hot press* adalah bagian dari mesin cetak yang sistem pengoperasiannya menggunakan tekanan dan panas. Tekanan dari mesin diperoleh dari *hydraulic jack* yang dapat dikontrol sesuai

dengan variasi. Demikian pula dengan kontrol panas (temperatur tekan), panas berasal dari konduksi elemen pemanas yang merambat ke cetakan produk. Kombinasi antara tekanan dan panas dapat merapatkan bahan komposit hingga memadat sesuai dengan bentuk cetakan. Penggunaan mesin hot press diperuntukkan untuk pencetakan komposit dengan bahan baku yang dapat melebur atau memadat pada temperatur tinggi. Pada pembuatan pembungkus makanan dengan bahan baku jerami padi, penggunaan mesin hot press dapat membuat produk pembungkus makanan menjadi lebih padat dan terikat pada perekat.



Gambar II.1 Mesin *hot press*.

Standar Nasional Indonesia untuk Pembungkus Makanan

Pemerintah Indonesia melalui badan standarisasi nasional telah menetapkan standar untuk bahan pembungkus makanan dalam dokumen SNI 8218:2015. Berikut merupakan table standarisasi kertas kemasan pangan.

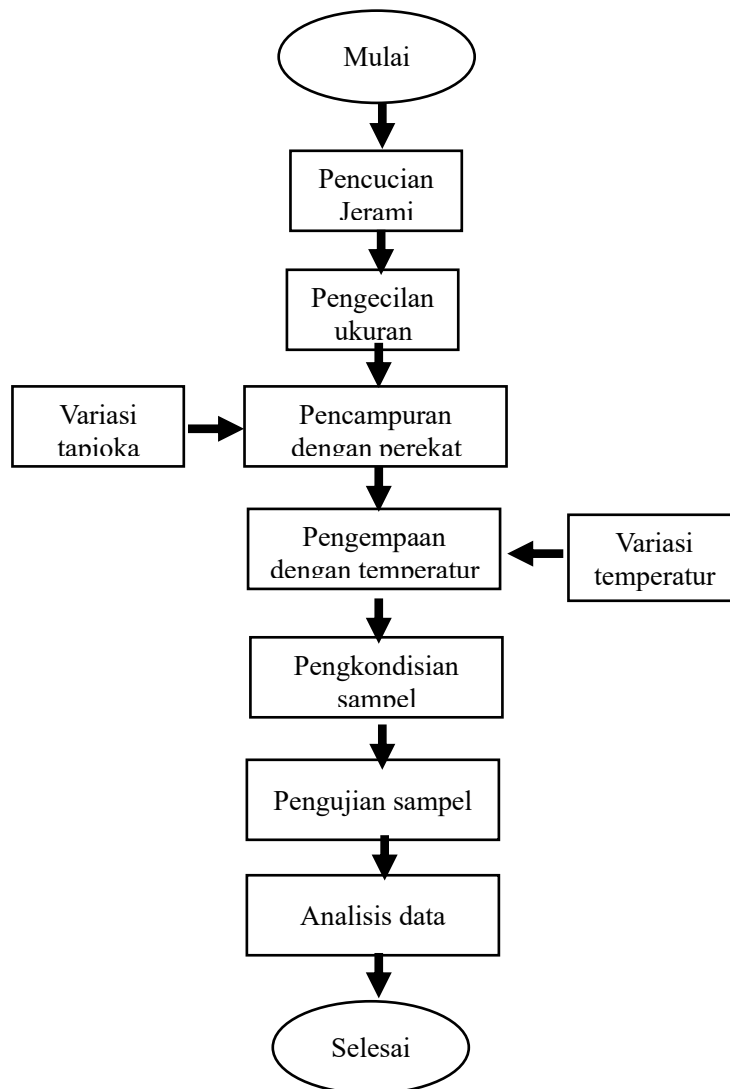
Tabel II.1 Persyaratan mutu kertas dan karton untuk kemasan pangan

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan mutu			
			Gramatur rendah	Gramatur Tinggi		
1	Gramatur	g/m ²	26-210	225-300	312-400	416-500
2	Ketahanan Tarik	kN/m	Min 1,6	-		
3	Daya serap air	g/m ²		Maks. 50		

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk untuk menentukan komposisi optimum antara perekat dan jerami padi agar terbentuk material pembungkus makanan yang ramah lingkungan. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan berat sampel yang mengikuti ukuran cetakan material. Data dianalisis menggunakan metode statistika dengan urutan tempuhan yang merujuk pada aplikasi minitab. Berikut merupakan diagram prosedur penelitian yang dilakukan.



Gambar III. 1. Tahapan penelitian

Prosedur Kerja

Jerami padi yang telah diambil bulir padinya dikumpulkan kemudian dibersihkan dari pengotor- pengotor menggunakan akuades kemudian dikeringkan. Jerami yang digunakan hanya

pada bagian batang utama. Jerami yang telah kering kemudian dikecilkan ukurannya melalui proses pencacahan. Perekat yang digunakan adalah perekat organik berbasis pati berupa tepung tapioka. Perekat (tepung) terlebih dahulu diaktifkan dengan menggunakan air 80°C, sebanyak 15 ml. Perekat yang telah aktif, dicampur dengan 2 gr jerami yang telah dicacah. Cetakan sampel yang digunakan adalah ASTM D638 type IV. Cetakan standar ini dibutuhkan untuk melakukan pengujian tarik terhadap sampel. Campuran jerami dan perekat kemudian dimasukkan dalam cetakan untuk ditekan. Penekanan dilakukan pada mesin *hot pres* dengan berat tapioka dan temperatur yang telah divariasikan (Tabel III.1) . Lama waktu penekanan adalah 5 menit untuk setiap sampel.

Tabel III.1 Desain percobaan

Tempuhan	Tapioka (gr)	Temperatur kempa (°C)
1	1	70
2	3	70
3	1	100
4	3	100
5	1	85
6	3	85
7	2	70
8	2	100
9	2	85
10	2	85
11	2	85
12	2	85

Pengujian Sampel

Sesuai dengan dokumen SNI 8218:2015 tentang standar kemasan pangan, akan dilakukan pengujian gramatur, ketahanan tarik dan daya serap.

a. Gramatur

Gramatur adalah massa dari suatu satuan luas tertentu dari kertas atau karton yang ditetapkan melalui cara uji yang spesifik. Gramatur dinyatakan dalam gram meter persegi. Gramatur ditentukan dengan menimbang contoh bahan dan membagi bobot dengan luasannya melalui persamaan berikut:

$$\text{Gramatur} = \frac{m}{A} \quad \text{Persamaan 1}$$

Keterangan :

m = massa contoh uji (g)

A = luas contoh uji (cm²)

b. Ketahanan Tarik

Ketahanan tarik adalah gaya tarik maksimum per satuan lebar yang dapat ditahan oleh kertas dan karton sesaat sebelum putus. Nilai ketahanan tarik bahan dihitung dengan persamaan:

$$\sigma \frac{b}{T} = \frac{F_T}{b} \quad \text{Persamaan 2}$$

Keterangan :

$\sigma \frac{b}{T}$ = Ketahanan tarik (kN/m)

F_T = Gaya Tarik maksimum rata-rata, dalam newton

b = Lebar awal contoh uji dalam milimeter

c. Daya Serap Air

Daya serap air adalah jumlah gram air yang diserap oleh satu meter persegi lembaran kertas atau karton dalam waktu penyerapan selama x detik, diukur pada kondisi standar. Penentuan daya serap air dengan melakukan pengujian menggunakan alat COBB tester yang menggunakan contoh bahan uji dengan ukuran 10 cm × 10 cm. Untuk menentukan daya serap air kertas, digunakan rumus :

$$\text{Cobbx} = \frac{(a-b)}{c} \cdot F \quad \text{Persamaan 3}$$

Keterangan

a = massa tiap lembar contoh uji sesudah dibasahi (g)

b = massa tiap lembar contoh uji sebelum dibasahi (g)

c = luas daerah uji (cm²)

F = faktor konversi terhadap satuan luas daerah uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahapan Penelitian

Rancangan percobaan penelitian menggunakan Central Composite Design dengan dua variabel penelitian dan empat kali pengulangan titik tengah. Berat sampel dari jerami padi setiap tempuhan tidak divariasikan pada massa 2 gram. Penentuan massa jerami padi ini didasari oleh luas permukaan dari cetakan yang digunakan. Perwujudan dari sampel pembungkus makanan ditampilkan pada Gambar IV.1. Analisis awal terhadap sampel, memperlihatkan perbedaan kerenggangan dan warna. Perbedaan ini timbul sebagai respon terhadap massa tepung dan temperatur yang diberlakukan terhadap setiap sampel.



Gambar IV.1. Tampilan sampel sebelum pengujian

Hasil dari analisis ketahanan tarik dan daya serap air (DSA) setiap sampel diperoleh setelah semua sampel telah melalui tahapan pengujian. Data hasil pengujian ketahanan Tarik dan DSA ditampilkan pada tabel IV.1.

Tabel IV.1 Hasil Peneltian

Tempuhan	Tepung	Temperatur	Ketahanan Tarik	DSA (%)
1	1	70	0,35	80,00
2	3	70	1,65	107,41
3	1	100	2,26	216,67
4	3	100	5,22	211,11
5	1	85	1,04	57,89
6	3	85	6,78	131,58
7	2	70	0,17	160,00

8	2	100	4,70	196,15
9	2	85	7,65	173,33
10	2	85	6,26	188,46
11	2	85	6,52	127,59
12	2	85	6,96	140,00

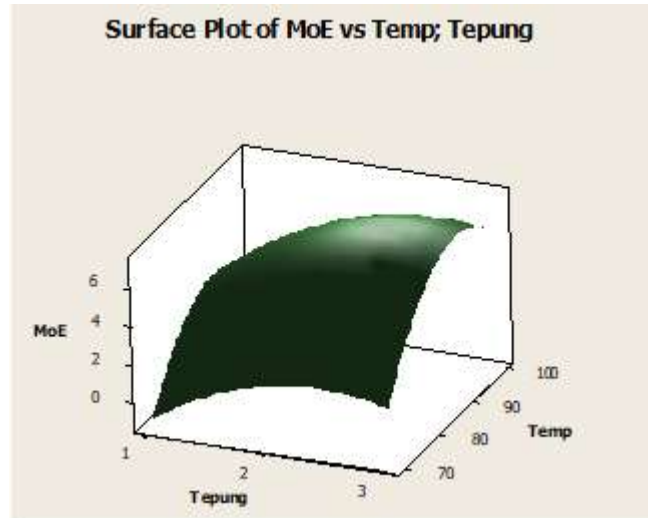
Tabel IV.2 Hasil Anova

Analysis of variance		
Source	P Value (Ketahanan Tarik)	P Value (DSA)
Regression	0,014	0,073
Linear	0,019	0,036
Tepung	0,028	0,299
Temperatur	0,028	0,017
Square	0,011	0,127
Tepung*Tepung	0,134	0,084
Temperatur*Temperatur	0,014	0,106
Interaction	0,58	0,648
Tepung*Temperatur	0,58	0,648

Berdasarkan pengolahan data statistika, nilai P value dari setiap variabel maupun variasi variabel memberikan hasil yang berbeda-beda. Pengujian ini dilakukan berdasarkan tingkat keyakinan 95% dan tanpa perampangan data. Pembahasan untuk kedua respon dijabarkan sebagai berikut.

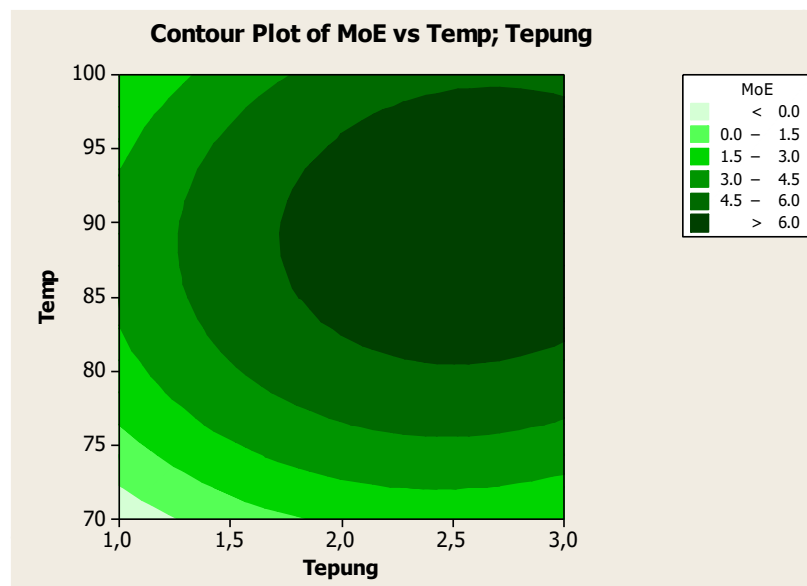
Ketahanan Tarik

Pengaruh atau signifikansi dari variable massa tapioka dan temperatur penekanan terhadap ketahanan tarik, tercermin dari nilai P-value. Nilai P-value yang diperoleh untuk respon ketahanan tarik berada pada angka 0,028 untuk massa tapioka dan temperatur tekan. Perolehan ini mengindikasikan bahwa kenaikan dan penurunan level dari massa tapioka dan temperatur memberikan pengaruh signifikan pada ketahanan tarik. Sehingga dapat diperoleh data hasil optimasi untuk peningkatan skala produksi.



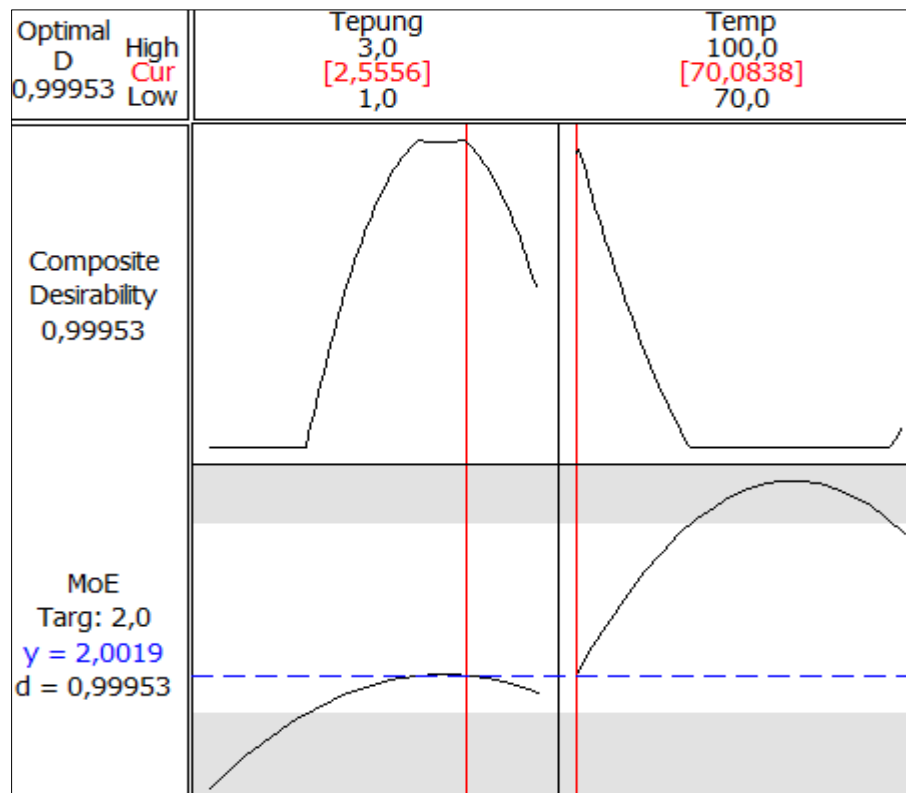
Gambar IV.2 Surface plot variabel terhadap ketahanan tarik

Berdasarkan grafik surface plot tepung tapioka dan temperatur sebagai variabel x, y dan ketahanan tarik sebagai respon (Gambar IV.2), dapat terlihat bahwa kenaikan dari respon berbanding lurus dengan kenaikan variabel untuk tepung tapioka dan temperatur. Dengan membandingkan grafik tersebut terhadap grafik counter plot (Gambar IV.3) maka dapat dilihat bahwa optimasi produksi dapat diperoleh untuk konsentrasi tepung tapioka di rentang 2 sampai 3 gram sementara untuk temperatur berada pada rentang 80 hingga 95 derajat Celcius.



Gambar IV.3 Contour Plot variable terhadap ketahanan tarik

Penentuan titik optimum yang dapat ditempuh untuk mendapatkan nilai ketahanan tarik yang optimal. Berdasarkan grafik desire ability untuk ketahanan tarik, diperoleh angka desire ability pada angka 0,9999 untuk nilai ketahanan tarik di angka 2,0019 pada komposisi tepung tapioka 2,55 gram dan temperatur 70°C. Penentuan titik optimum dilakukan dengan penargetan terhadap ketahanan tarik. Penargetan dilakukan oleh karena hasil percobaan yang diperoleh melampaui standar SNI 8218:2015.



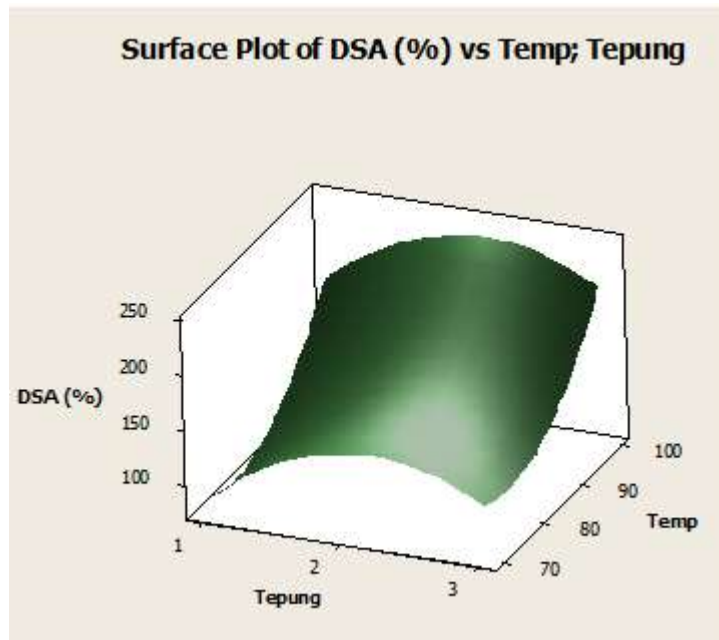
Gambar IV.4 Optimasi variable terhadap ketahanan tarik

Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan dengan menimbang dan merendam sampel selama 2 jam. Setelah itu kembali dilakukan penimbangan untuk mengetahui seberapa banyak air yang telah diserap oleh sampel. Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil yang menyatakan bahwa penambahan tapioka tidak berpengaruh terhadap nilai daya serap air untuk setiap sampel. Pengaruh terbesar diberikan oleh variable temperatur dengan nilai P value kurang dari 0,05. Atas perolehan ini, tidak dilakukan penghilangan variable tepung tapioka untuk

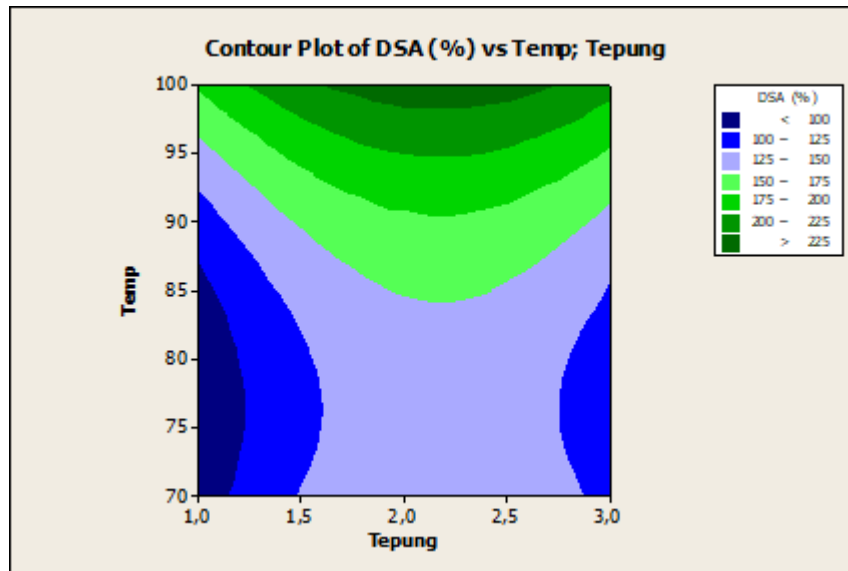
perampingan data, dengan mempertimbangkan pengaruh signifikan tapioka pada pengujian ketahanan tarik.

Grafik surface plot yang ditampilkan pada gambar IV.5 mengindikasikan bahwa variabel temperatur penekanan belum melewati titik optimum untuk respon daya serap air. Sementara variabel tepung cenderung landai yang mengindikasikan variabel tepung atas rentang massa yang diberikan, tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai daya serap air.



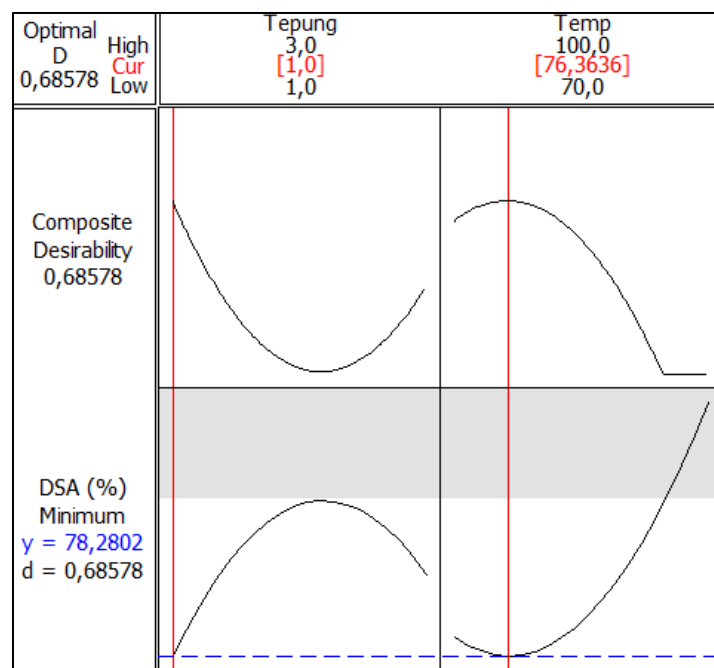
Gambar IV.5 Surface plot variable terhadap daya serap air

Konfirmasi signifikansi area variabel terhadap daya serap air ditampilkan oleh gambar IV.6. Untuk memperoleh material pembungkus makanan yang tahan air, karakteristik material tersebut harus memiliki daya serap yang rendah. Oleh karena itu, berdasarkan pertimbangan daya serap air, level yang paling ideal untuk membuat material pembungkus makanan dari jerami padi berada pada level tapioka 1 gram dan temperatur penekanan pada rentang 70 sampai 85°C.



Gambar IV.6 Contour plot variable terhadap daya serap air

Keakuratan rekomendasi grafik contour plot ditelusuri menggunakan fungsi desire ability (Gambar IV.7). Nilai desire ability untuk mendapatkan daya serap air minimum adalah 0,695. Percobaan yang dilakukan untuk 1 gram tepung dan temperatur tekan 76°C diperoleh material dengan daya serap air sebesar 78%. Namun, oleh karena tingkat dasar ability yang rendah maka akan sulit bagi peneliti untuk mendapatkan nilai ini pada percobaan yang berikutnya.



Gambar IV.7 Optimasi variable terhadap ketahanan tarik

KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan**

Penelitian pembuatan pembungkus makanan dari jerami padi telah dilakukan dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jerami padi dapat dijadikan alternatif material pembungkus makanan ramah lingkungan.
2. Temperatur penekanan merupakan variabel yang signifikan mempengaruhi ketahanan tarik dan daya serap air material pembungkus makanan dari jerami padi.
3. Kondisi optimum untuk memproduksi pembungkus makanan dari jerami padi sesuai standar SNI 8218:2015 adalah pada temperatur 70°C dan massa tapioka 2 gram.

Saran

Penelitian pembuatan pembungkus makanan dengan bahan baku jerami padi merupakan penelitian yang belum banyak dilakukan. Berikut saran-saran yang dapat dilakukan untuk penyempurnaan penelitian.

1. Perlu dilakukan pengecekan signifikansi variabel lain seperti ukuran partikel jerami, volume pelarut (air), dan waktu (durasi) penekanan.
2. Diperlukan cetakan untuk produk yang lebih tipis untuk dapat melihat kekuatan material jika disetarakan dengan kertas.
3. Perlu dianalisis kandungan selulosa pada jerami padi yang berasal dari Kabupaten Toba.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., S. D. Hasan, O. Yanuarianto, dan M. Iqbal. 2015. Pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas jerami padi amoniasi yang ditambah probiotik *Bacillus* Sp. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*. Vol. 1 No. 1 : 813
- BBC news. 2019. "Plastic pollution how plastic bags could help save the planet" <https://www.bbc.com/news/av/science-environment-50043369>
- Bahri, S. (2015). Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 36-50.
- Gibson, R.F., (1994) *Principles of Composites Material Mechanics*, ed., 115-155, Mc Graw Hill Book Co., Singapore.
- Kalia, S., Kaith, B. S., & Kaur, I. (2011). *Cellulose Fibers: Bio- and Nano- Polymer Composites*. New York: Springer.

- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. "Indonesia Memasuki Era Baru Pengelolaan Sampah." https://www.menlhk.go.id/site/single_post/2753
- Nurhayati, & Kusumawati, R. (2014). Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Pengolahan Agar. *JPB Perikanan Vol. 9 No. 2*, 97-107.
- Pari, G. (2011). Pengaruh Selulosa Terhadap Struktur Karbon Arang. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 29 No. 1*, 33-45.
- Rickard, J.E., J.M.V. Blanshard, and M. Asaoka. 1992. Effects of cultivar and growth season on the gelatinization properties of cassava (*Manihot esculenta*) starch. *J. Sci. Food Agric.* (59): 53–58.
- University of Illinois Laboratory UIUC (2021), Starch, <http://butane.chem.uiuc.edu/pshapley/GenChem2/B10/2.html> diakses tanggal 20 Juli 2021.
- Widyorini, R., & Nugraha, P. A. (2015). Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Sengon dengan Perekat Asam Sitrat-Sukrosa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 13(2), 175-184.