

Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Kadar Air Kertas Berbahan Dasar Daun Mahkota Nanas

Aulia Firdaus Syazidan^{1*}, Emmidia Djonaedi², Rachmah Nanda Kartika³

¹⁻³Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Email : aulia.firdaus.syazidan.tgp21@mhswn.pnj.ac.id, emmidia.djonaedi@grafika.pnj.ac.id

Alamat: Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok 16425

Korespondensi penulis: aulia.firdaus.syazidan.tgp21@mhswn.pnj.ac.id

Abstract. Agricultural waste such as pineapple crown leaves (*Ananas comosus*) has not been optimally utilized, despite its high cellulose fiber content, making it a potential alternative raw material for paper production. One of the main challenges in this process is controlling the paper's moisture content, as excessive water content can reduce product quality. This study aims to investigate the effect of sodium hydroxide (NaOH) concentration on the moisture content of paper made from pineapple crown leaf fibers. Three NaOH concentrations (2%, 8%, and 14%) were applied during the pulping process to remove lignin and hemicellulose, followed by gravimetric analysis of the resulting paper's moisture content. The results showed that the 8% NaOH treatment produced the lowest moisture content of 8.35%, while the 2% NaOH treatment resulted in the highest moisture content of 10.34%. One-way ANOVA indicated that variations in NaOH concentration had a statistically significant effect on moisture content ($p < 0.001$). The findings revealed a non-linear relationship between NaOH concentration and moisture content, with 8% being the optimal point. A lower concentration resulted in dense fiber structures that retained water, while a higher concentration led to the formation of cellulose II, which is more hygroscopic. This study highlights the importance of optimizing NaOH concentration in paper production from agricultural waste to achieve the best quality.

Keywords: Pineapple Leaf, NaOH, Moisture Content, Paper, Natural Fiber.

Abstrak. Limbah pertanian seperti daun mahkota nanas belum dimanfaatkan secara optimal, padahal mengandung serat selulosa yang potensial sebagai bahan baku alternatif pembuatan kertas. Salah satu tantangan utama dalam proses ini adalah mengatur kadar air kertas, karena kandungan air yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan natrium hidroksida (NaOH) terhadap kadar air kertas yang dibuat dari serat daun mahkota nanas. Tiga konsentrasi NaOH (2%, 8%, dan 14%) digunakan dalam proses pulping untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa, kemudian kertas diuji kadar airnya secara gravimetrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan NaOH 8% menghasilkan kadar air terendah sebesar 8,35%, sedangkan NaOH 2% menghasilkan kadar air tertinggi sebesar 10,34%. Uji ANOVA satu arah menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi NaOH memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar air ($p < 0,001$). Temuan ini menunjukkan adanya hubungan non-linear antara konsentrasi NaOH dan kadar air, di mana konsentrasi 8% menjadi titik optimum. Konsentrasi terlalu rendah menyebabkan struktur serat padat sehingga air sulit keluar, sedangkan konsentrasi terlalu tinggi menyebabkan pembentukan selulosa II yang bersifat lebih higroskopis. Penelitian ini menunjukkan pentingnya optimasi konsentrasi NaOH dalam produksi kertas berbahan dasar limbah organik untuk memperoleh kualitas yang optimal.

Kata kunci: Daun Nanas, NaOH, Kadar Air, Kertas, Serat Alam.

1. LATAR BELAKANG

Permasalahan limbah organik dari pertanian menjadi salah satu isu penting dalam pengelolaan lingkungan dan sumber daya berkelanjutan. Salah satu limbah yang potensial adalah daun mahkota nanas (*Ananas comosus*), yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, padahal diketahui mengandung serat selulosa yang cukup tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas (Astuti et al., 2021).

Pembuatan kertas berbahan dasar serat alami memerlukan proses pemisahan lignin dan hemiselulosa dari selulosa melalui proses kimia, salah satunya adalah menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). NaOH merupakan bahan kimia yang umum digunakan dalam proses pulping karena kemampuannya dalam melarutkan komponen non-selulosa pada dinding sel tumbuhan (Putri & Hidayat, 2020). Konsentrasi NaOH yang digunakan sangat memengaruhi kualitas kertas yang dihasilkan, termasuk kadar air, kekuatan tarik, dan warna.

Kadar air pada kertas merupakan salah satu parameter penting yang menentukan stabilitas, ketahanan, dan kualitas cetak dari produk kertas. Kandungan air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kertas mudah rusak, sedangkan kadar air yang terlalu rendah bisa membuat kertas rapuh dan mudah patah (Sari et al., 2019). Oleh karena itu, pengendalian kadar air selama proses pembuatan kertas sangat krusial.

Penelitian mengenai pengaruh konsentrasi NaOH terhadap karakteristik kertas dari berbagai limbah organik telah banyak dilakukan, namun kajian yang secara spesifik meneliti daun mahkota nanas sebagai bahan baku masih sangat terbatas. Dengan melihat potensi bahan ini dan pentingnya kadar air sebagai parameter mutu, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap kadar air kertas yang dihasilkan dari daun mahkota nanas (Wulandari et al., 2022).

2. KAJIAN TEORITIS

Serat Daun Mahkota Nanas sebagai Bahan Baku Kertas

Daun mahkota nanas kaya akan serat selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang merupakan bahan dasar potensial untuk pembuatan kertas non-kayu. Kajian Munthoub et al. (2021) menunjukkan bahwa ekstraksi menggunakan NaOH 3 % menghasilkan pulp putih dengan struktur serat yang baik—pada konsentrasi > 10 % NaOH mulai merusak struktur serat, sedangkan 3 % dianggap optimal dalam hal kebersihan lignin dan kekuatan mekanik

Proses Pulping Kimia dan Peran NaOH

Dalam proses soda/kraft pulping, NaOH berfungsi melarutkan lignin dan hemiselulosa, mempertegas selulosa. NaOH memecah ikatan lignoselulosa tanpa menghancurkan inti selulosa. Pengamatan Munthoub (2021) menunjukkan bahwa pada NaOH 3 %–7 %, lignin tereliminasi secara signifikan dengan kerusakan serat minimal.

Pengaruh NaOH terhadap Struktur Serat dan Kadar Air

Penelitian pada pulp kayu (*hardwood kraft*) melaporkan bahwa bahkan larutan NaOH < 2 % dapat mengubah ruang pori serat, mengurangi Water Retention Value (WRV) sehingga berpotensi mengurangi kadar air. NaOH melakukan swelling (pembengkakan) yang mengurangi porositas dan mengubah struktur kristalin selulosa (Seta, et al., 2014).

Karakteristik Pulp dari Daun Nanas

Studi “*Production of paper from pineapple leaves*” 2017 menggunakan soda pulping 15 % selama 90 menit menghasilkan kertas yang sangat menyerap, menunjukkan bahwa NaOH sangat mempengaruhi kapasitas serap air material akhir . Ini berkaitan langsung dengan kadar air kertas (Sibaly, & Jeetah, 2017).

Optimasi Konsentrasi NaOH

Berbagai bahan non-kayu (jerami, bambu) menunjukkan bahwa NaOH 4–10 % menghilangkan banyak lignin dan hemiselulosa, namun konsentrasi di atas 8–10 % dapat merusak selulosa mengurangi kekuatan dan memengaruhi kadar air (sering meningkat). Dalam konteks daun nanas, Munthoub et al. menyarankan konsentrasi sekitar 3 % NaOH sebagai keseimbangan antara efektivitas delignifikasi dan pelestarian struktur serat (Sapitri, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui metode eksperimen di laboratorium. Objek penelitian berupa kertas yang dibuat dari serat daun mahkota nanas dengan perlakuan kimia menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) pada berbagai konsentrasi. Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan berfungsi sebagai variabel independen, sedangkan kadar air pada kertas yang dihasilkan menjadi variabel terikat (Widodo, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kadar air kertas yang dihasilkan dari serat daun mahkota nanas melalui serangkaian perlakuan dan pengujian laboratorium (Novianti, & Setyowati, 2016).

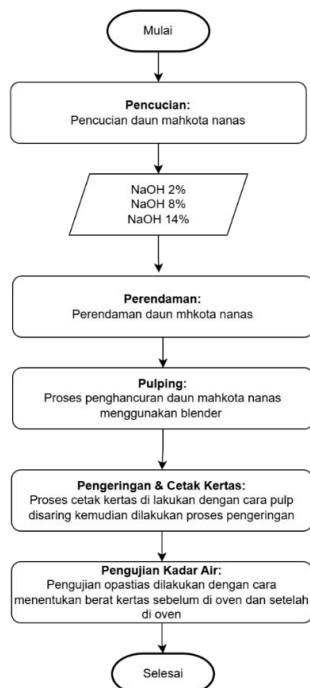
Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan daun mahkota nanas sebagai bahan dasar utama dalam pembuatan kertas. Daun mahkota nanas yang telah dikeringkan kemudian diproses menjadi pulp dengan perlakuan kimia menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH), yang berfungsi sebagai variabel independen dalam penelitian ini. Variasi konsentrasi NaOH digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar air kertas yang dihasilkan (Rembet, 2018).

Untuk pengujian kadar air, digunakan oven sebagai alat utama dalam proses pengeringan dan penentuan kadar air kertas secara gravimetrik. Neraca analitik digunakan sebagai alat bantu untuk menimbang sampel dengan tingkat ketelitian tinggi, baik sebelum maupun sesudah proses pengeringan. Selain itu, beberapa alat bantu lainnya digunakan dalam proses pembuatan kertas, seperti wadah untuk proses pencampuran larutan dan serat, grinder untuk menghancurkan daun mahkota nanas menjadi ukuran serat yang lebih kecil, serta saringan 75 mesh untuk memisahkan partikel halus dan membentuk lembaran kertas yang seragam (Afrianto, 2008).

Tahapan Pembuatan Kertas

Prosedur pembuatan kertas berbahan dasar daun mahkota nanas meliputi beberapa tahap ditampilkan pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Kertas

Proses penelitian diawali dengan pengolahan daun mahkota nanas, yang meliputi pencucian, pengeringan, dan penghancuran menggunakan grinder. Serat hasil penggilingan kemudian dimasak menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi tertentu. Setelah proses pemasakan selesai, serat disaring menggunakan saringan 75 mesh, dicuci hingga netral, dan dicetak menjadi lembaran kertas menggunakan cetakan sederhana. Kertas yang telah terbentuk dikeringkan dan kemudian diuji kadar airnya menggunakan metode pengeringan oven. Pengukuran berat awal dan akhir sampel dilakukan dengan menggunakan neraca analitik untuk memperoleh nilai kadar air.

Prosedur Pengujian

Pengujian kadar air pada sampel kertas dilakukan menggunakan metode gravimetri, yaitu dengan membandingkan berat kertas sebelum dan sesudah proses pengeringan di dalam oven. Prosedur dimulai sampel kertas yang telah dibuat di potong menjadi ukuran 4 x 4 cm kemudian sampel ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mendapatkan berat awal atau berat basah (W_b). Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C dan dikeringkan selama kurang lebih 2 jam (Faustina, 2023).

Setelah proses pengeringan selesai, sampel dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator untuk mencegah penyerapan uap air dari udara sekitarnya. Selanjutnya, sampel ditimbang kembali untuk memperoleh berat akhir atau berat kering (W_a). Berdasarkan hasil penimbangan tersebut, kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_b - W_a}{W_b} \times 100$$

Di mana W_b adalah berat sebelum oven dan W_a adalah berat sesudah oven. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk memastikan akurasi dan keandalan data. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan larutan NaOH terhadap kemampuan kertas dalam melepaskan kandungan airnya.

Hasil Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian kadar air pada sampel kertas yang telah diberi perlakuan larutan NaOH ditampilkan dalam tabel berikut. Tabel ini memuat data berat sampel sebelum dan sesudah proses pengeringan, serta selisih berat yang menunjukkan jumlah air yang hilang selama proses tersebut.

Tabel 1. Berat Hasil Uji Kadar Air

NaOH (%)	Berat Sampel (gram)		Selisih (gram)
	Sebelum uji	Sesudah uji	
14	0.1614	0.1451	0.0163
14	0.1712	0.1542	0.017
14	0.1602	0.1448	0.0154
8	0.1029	0.0941	0.0088
8	0.1235	0.1133	0.0102
8	0.0982	0.0901	0.0081
2	0.1413	0.1269	0.0144
2	0.1482	0.1332	0.015
2	0.1399	0.1249	0.015

Untuk sampel yang diberi perlakuan NaOH 14%, salah satu contoh menunjukkan berat sebelum uji sebesar 0,1712 gram dan setelah uji sebesar 0,1542 gram, dengan selisih sebesar 0,017 gram. Pada perlakuan NaOH 8%, salah satu sampel memiliki berat sebelum uji sebesar 0,1235 gram dan setelah uji sebesar 0,1133 gram, dengan selisih sebesar 0,0102 gram. Sedangkan pada perlakuan NaOH 2%, salah satu sampel memiliki berat sebelum uji sebesar 0,1482 gram dan setelah uji sebesar 0,1332 gram, dengan selisih sebesar 0,0150 gram.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan NaOH terhadap kadar air sampel. Data hasil pengujian kadar air ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air

NaOH (%)	Nilai Kadar Air (%)	Rata - rata (%)
14	10.10	9.88
14	9.93	
14	9.61	
8	8.55	8.35
8	8.26	
8	8.25	
2	10.19	10.34
2	10.12	
2	10.72	

Rata-rata kadar air tertinggi ditemukan pada sampel yang diberi perlakuan NaOH 2% sebesar 10,34%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan NaOH 8% sebesar 8,35%.

Untuk mengetahui apakah perbedaan nilai kadar air antar perlakuan signifikan secara statistik, dilakukan uji ANOVA satu arah. Hasil ANOVA menunjukkan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji ANOVA

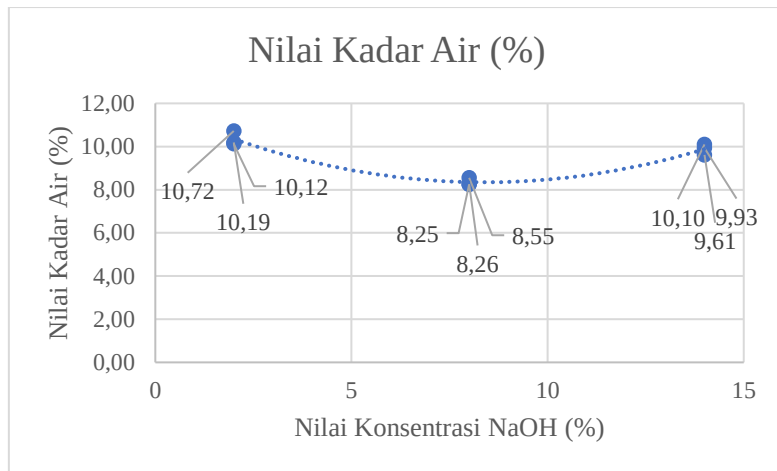
SUMMARY						
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
NaOH (%)	3	6	2	1		
14	3	29.64202	9.880674	0.060903		
8	3	25.05957	8.353191	0.02967		
2	3	31.03448	10.34483	0.107874		

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	133.9646	3	44.65487	149.0425	2.33E-07	4.066181
Within Groups	2.396894	8	0.299612			
Total	136.3615	11				

Berdasarkan hasil uji ANOVA, diketahui bahwa nilai F hitung (149.04) jauh lebih besar dari F kritis (4.07), dan nilai p-value (2.33×10^{-7}) jauh lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan secara statistik terhadap kadar air yang dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi NaOH yang berbeda.

Hasil rata-rata menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 2% menghasilkan kadar air tertinggi (10,34%), sedangkan konsentrasi 8% menghasilkan kadar air terendah (8,35%). Ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH tidak selalu menurunkan kadar air, namun terdapat titik minimum pada konsentrasi tertentu.

Grafik pada Gambar 1 memperkuat hasil tersebut, di mana terlihat bentuk kurva menyerupai huruf “U”, dengan titik terendah pada konsentrasi 8%. Hal ini menunjukkan adanya pola hubungan non-linear antara konsentrasi NaOH dan kadar air.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Konsentrasi NaOH dan Nilai Kadar Air (%)

Temuan ini menunjukkan bahwa perlakuan NaOH dalam kadar tertentu dapat menyebabkan penurunan kadar air yang optimal, namun jika konsentrasi terlalu rendah atau terlalu tinggi, kadar air justru meningkat kembali. Hal ini dapat disebabkan oleh efek degradasi serat yang berlebihan pada konsentrasi tinggi atau kurang efektifnya reaksi pada konsentrasi rendah. Pada konsentrasi NaOH 2% menyebabkan swelling (pembengkakan serat) selulosa dan belum menghilangkan lignin / hemiselulosa secara signifikan sehingga struktur masih padat, belum terbentuk pori besar dan permukaan terbuka kemudian air tetap bertahan dalam struktur internal serat dan sulit keluar.(Zhao, 2012) Pada konsentrasi NaOH 8% nilai kadar air menurun hal ini diakibatkan oleh mengurangnya kandungan lignin lebih banyak sehingga pori permukaan meningkat. Karena struktur terbuka, air lebih mudah dilepas dan menghasilkan kadar air paling rendah (Seddiqi, H, 2020). Pada konsentrasi NaOH 14% kadar air meningkat lagi akibat over – alkalisasi sehingga membentuk selulosa II dari selulosa I ke selulosa II. Transisi ini membuka lebih banyak gugus hidroksil bebas dalam struktur serat sehingga daya tarik air meningkat. Akibatnya struktur menjadi Kembali menyimpan air meski pori besar sudah terbentuk (Goyal, S, 2015)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi larutan NaOH memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar air kertas berbahan dasar daun mahkota nanas. Konsentrasi NaOH 8% terbukti menghasilkan kadar air terendah (8,35%), yang menandakan bahwa kondisi ini paling optimal dalam proses delignifikasi tanpa merusak struktur selulosa secara berlebihan. Konsentrasi terlalu rendah (2%) menyebabkan pembengkakan serat tanpa penghilangan lignin yang cukup, sedangkan

konsentrasi terlalu tinggi (14%) menyebabkan perubahan struktur selulosa menjadi lebih menyerap air. Hubungan antara konsentrasi NaOH dan kadar air membentuk pola non-linear, dengan nilai optimum pada 8%.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi konsentrasi NaOH tambahan di antara 6%–10% guna mempersempit rentang optimum yang lebih akurat dan mengkaji parameter fisik lain seperti kekuatan tarik dan kelarutan untuk melihat keterkaitan dengan kadar air.

DAFTAR REFERENSI

- Afrianto, E. (2008). *Pengawasan mutu bahan/produk pangan*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Astuti, L. D., Prasetyo, B. H., & Ramadhani, F. (2021). Pemanfaatan limbah daun nanas sebagai bahan baku kertas ramah lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 112–120.
- Faustina, D. S. (2023). *Formulasi tepung pisang nangka (*Musa paradisiaca* L) dan kacang kratok merah (*Phaseolus lunatus* L) dalam pembuatan snack bar* [Disertasi doktoral, Universitas Katholik Soegijapranata Semarang].
- Goyal, S., Yadav, D., Yadav, A., & Bhatia, R. K. (2021). Effect of alkali pretreatment on structural, morphological and thermal properties of sugarcane bagasse: A comparative study. *Sustainability*, 13(4), 2015. <https://doi.org/10.3390/su13042015>
- Novianti, P., & Setyowati, W. A. E. (2016). Pemanfaatan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan baku pembuatan kertas alami dengan metode pemisahan alkalisasi. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (Vol. 3, pp. 459–466).
- Putri, S. A., & Hidayat, D. (2020). Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap sifat fisik kertas dari limbah pertanian. *Jurnal Rekayasa Proses*, 14(1), 45–53.
- Rembet, E. V. (2018). *Optimasi proses delignifikasi pada pembuatan pulp dari serat sabut pinang sirih (*Areca catechu* L.) (Kajian konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan)* [Skripsi Sarjana, Universitas Brawijaya].
- Sapitri, R. (2021). *Ekstraksi dan karakterisasi selulosa dari kulit buah aren (*Arenga pinnata*) untuk penyerapan ion logam Cr (VI)* [Disertasi doktoral, Universitas Jambi].
- Sari, N. M., Permana, A., & Yuliani, S. (2019). Karakteristik kadar air pada kertas berbahan serat alam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 13(3), 222–230.
- Seddiqi, H., Oliaei, E., Honarkar, H., Jin, J., & Geonzon, L. C. (2020). Cellulose and its derivatives: Applications in medicine and tissue engineering. *Polymers*, 12(2), 342. <https://doi.org/10.3390/polym12020342>
- Seta, F. T., Sugesty, S., & Kardiansyah, T. (2014). Pembuatan nitroselulosa dari berbagai pulp larut komersial sebagai bahan baku propelan. *Jurnal Selulosa*, 4(2), 97–106.

- Sibaly, S., & Jeetah, P. (2017). Production of paper from pineapple leaves. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(6), 5978–5986.
- Widodo, E. (2022). *Buku ajar mekanika komposit dan bio-komposit* (pp. 1–111). Umsida Press.
- Wulandari, F., Rahmawati, D., & Nugroho, A. (2022). Optimasi proses pulping serat tumbuhan lokal dengan variasi bahan kimia. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 20(4), 301–310.
- Zhao, L., Sun, N., Wang, Y., & Zhu, H. (2012). Effect of alkali pretreatment on cellulose structure and accessibility. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 1129–1134. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.06.037>