

Analysis of Hydrophobic Droplets Surface Characteristics and Contact Angle on Wood Coating

Analisis Karakteristik Permukaan dan Sudut Kontak Droplet Hidrofobik Pada Pelapisan Kayu



Achmad Aziz Amrulloh^a
Gatot Soebiyakto^b
Nurida Finahari^c

Article history:	Abstract
Submitted: 12 April 2026 Revised: 29 May 2026 Accepted: 12 June 2026	Background: Wood-based products are widely used for both indoor and outdoor applications due to their lightweight nature, high strength, affordability, and ease of processing. However, wood easily absorbs water and moisture through cell lumen capillary forces and cell wall micropores, compromising its moisture stability and limiting its potential as a sustainable material. Surface coating is commonly used to address this weakness, prompting this study to evaluate the hydrophobic (water-repellent) qualities of coating materials against water droplets. Method: An experimental laboratory approach was conducted to evaluate the hydrophobic characteristics of wood surfaces following coating applications. The assessment measured the water-repellent performance against water droplets across different coating material types and application thicknesses. Result: All evaluated coating materials successfully enhanced the hydrophobic characteristics of the wood surface. Furthermore, the resulting hydrophobicity was not significantly influenced by either the type or the thickness of the applied coating. Conclusion: Surface coatings effectively improve the water-repellent properties of wood regardless of coating type or thickness. Further research is recommended to investigate how wood hardness affects surface coating performance and its resulting hydrophobic properties.
Keywords: Droplet, Hydrophobic, Coating, Wood Kata Kunci : Droplet, Hidrofobik, Pelapisan, Kayu	Abstrak Latar Belakang: Produk berbahan dasar kayu banyak digunakan untuk kebutuhan dalam maupun luar ruangan karena karakternya yang ringan, kuat, murah, dan mudah diolah. Namun, daya serap air yang tinggi melalui kapiler lumen dan mikropori dinding sel membatasi pemanfaatannya akibat rendahnya stabilitas kelembaban. Pelapisan (coating) menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kelemahan ini, sehingga penelitian dilakukan untuk menguji kualitas hidrofobik (anti air) dari berbagai bahan pelapis pada permukaan kayu. Metode: Penelitian ini menggunakan pendekatan

	eksperimen laboratorium untuk menguji karakteristik hidrofobik permukaan kayu. Evaluasi dilakukan melalui pengujian tetesan air (water droplet test) dengan memvariasikan jenis bahan pelapis serta tingkat ketebalan pelapisan yang diaplikasikan pada kayu. Hasil: Seluruh bahan pelapis yang diuji terbukti dapat meningkatkan karakteristik hidrofobik permukaan kayu secara efektif. Namun, tingkat hidrofobisitas yang dihasilkan tidak dipengaruhi secara signifikan oleh perbedaan jenis maupun ketebalan lapisan yang digunakan. Kesimpulan: Aplikasi bahan pelapis berhasil meningkatkan sifat anti air pada kayu tanpa dipengaruhi secara signifikan oleh jenis dan ketebalan pelapisnya. Penelitian lanjutan masih diperlukan untuk melihat pengaruh tingkat kekerasan kayu terhadap hasil pelapisan permukaan dan sifat hidrofobiknya. SMART : Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer © 2026. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).
Corresponding author: Nurida Finahari Universitas Widya Gama Malang Email address: nfinahari@widyagama.ac.id	

1 Pendahuluan

Produk-produk berbahan dasar kayu banyak digunakan untuk keperluan sehari-hari, baik penggunaan di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Kayu adalah bahan yang ringan, berkekuatan tinggi, harganya murah, dan mudah dikerjakan menjadi berbagai benda. Kayu merupakan satu-satunya sumber daya material terbarukan yang diakui secara internasional (Tang et al., 2022). Kayu merupakan bahan terbarukan yang telah banyak digunakan sebagai bahan konstruksi dan dekorasi, untuk penggunaan di dalam dan di luar ruangan. Meskipun kayu mempunyai banyak keunggulan, terapan bahan kayu ini tidak dapat terhindar dari pengaruh lingkungan sekitar. Paparan lingkungan sekitar ini dapat menyebabkan kerusakan permukaan yang akan menyebabkan kerusakan produk secara keseluruhan.

Kayu mempunyai beberapa kelemahan yang mempengaruhi stabilitas dimensi, ketahanan retak, dan pembusukan dalam aplikasi praktis nyata (Perspectives, 2023). Kayu dapat menyerap air melalui kekuatan kapiler lumen sel, dan air mudah diserap di mikropori dinding sel (Wang & Chai, 2013). Interaksi kompleks kayu dengan air, zat cair, dan uap air mengurangi pemanfaatannya sebagai bahan alami, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Untuk mewujudkan kemungkinan tak terbatas dari bahan yang berasal dari kayu, perlu untuk mengatasi lemahnya stabilitas kelembaban dari kayu.

Perlindungan terhadap pembasahan merupakan isu utama dalam proses akhir pengerjaan kayu, karena air menyebabkan degradasi dan mengurangi masa pakai material. Idealnya, pelapis kayu harus memberikan perlindungan yang efisien dari air sekaligus menjaga karakter bahan berbasis bio secara keseluruhan (Janesch et al., 2020). Pengembangan bahan pelapis hidrofobik yang ramah lingkungan sangat penting. Bahan pelapis berbasis kayu adalah bahan aplikatif yang menarik dan penting diteliti (Bang et al., 2022). Perlakuan superhidrofobik pada kayu sangat penting untuk meningkatkan masa pakai kayu dan memperluas bidang penerapannya. Perlakuan superhidrofobik untuk melapisi kayu dapat meningkatkan stabilitas dimensi, daya tahan, stabilitas terhadap paparan ultra violet (UV), dan mengurangi pembasahan (Wei & Niu, 2023). Modifikasi kayu dapat secara efektif membantu mengatasi cacat-cacat kayu dan memberikan kinerja tinggi serta kualitas yang baik. Penggunaan teknologi ini bisa semakin memperluas penerapan kayu sebagai bahan berbasis bio (Jiang et al., 2022).

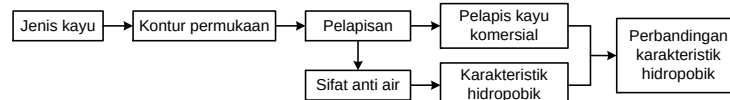
Penelitian pelapisan bahan kayu telah dilakukan. Bahan-bahan pelapisan kayu sangat bervariasi, antara lain menggunakan tetrametil siklotrasiloksan (Tang et al., 2022), nanopartikel silika yang dimodifikasi dengan alkilsilana

rantai panjang (Wang & Chai, 2013), pelapisan lilin carnauba yang merupakan bahan dari daun palem (Bang et al., 2022), dimetildiklorosilan (Yang et al., 2018), serta minyak tumbuhan dan lilin alami (Janesch et al., 2020). Pelapisan kayu bisa menggunakan teknik satu tahap/one-step technique (Cao et al., 2023), atau bisa beberapa tahap secara berulang. Evaluasi terhadap pelapisan permukaan kayu juga telah dilakukan untuk penggunaan pelapis berbasis air, pelarut, dan bubuk/powder (Hazir & Koc, 2019).

Pelapis kayu yang diproduksi oleh industri banyak dijual di pasaran. Pelapis ini digunakan untuk meningkatkan sifat anti air permukaan kayu. Beberapa merk dagang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pelapisan produk-produk berbahan kayu. Mengingat luasnya klaim keunggulan pelapisan kayu oleh berbagai merek dagang, suatu penelitian terhadap karakteristik pelapisan kayu, perlu dilakukan. Hal itu dilakukan sebagai cara untuk membandingkan beberapa merk pelapis kayu dari aspek ketahanan terhadap air atau karakteristik hidropobiknya. Hasil penelitian dapat menjadi rekomendasi bagi masyarakat pengguna maupun produsen untuk meningkatkan kualitas produknya.

2. Metodologi Penelitian

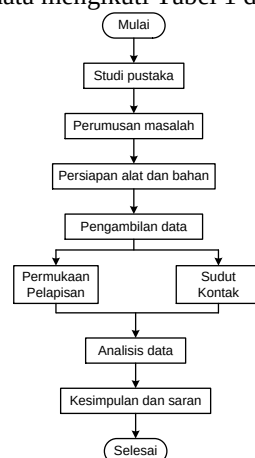
Setiap jenis kayu memiliki kontur permukaan dan ketahanan yang berbeda. Pelapisan permukaan dengan produk pelapis komersial salah satunya dilakukan untuk memperbaiki ketahanan terhadap air atau sifat anti air yang dikenal dengan istilah hidropobik. Pelapisan ini akan merubah kontur permukaan kayu sehingga juga akan merubah karakteristik hidropobiknya. Penggunaan produk pelapis kayu komersial akan memberikan perubahan kontur permukaan yang berbeda pula. Perbedaan ini akan mempengaruhi sifat anti air permukaan kayu tersebut. Untuk itu, perlu dilakukan sebuah penelitian yang membandingkan beberapa produk pelapis kayu terhadap karakteristik hidropobik permukaan kayu. Kerangka pikir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



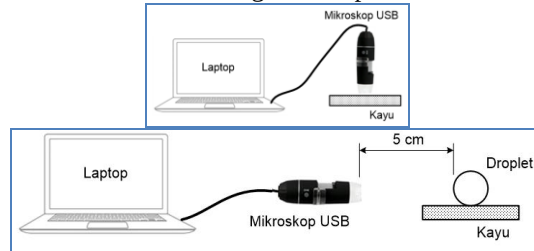
Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

Variabel-variabel penelitian ini meliputi variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas meliputi (a) tiga jenis kayu berdasarkan kategori kekerasannya yaitu kayu randu (kayu lunak), mahoni (kayu sedang) dan kayu jati (kayu keras); (b) tiga produk pelapis kayu yaitu Mowilex Woodstain, Propan Wood Stain Water Based Vera VA 08 dan Biovarnish Woodstain; dan (c) tebal pelapisan yaitu 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis. Variabel terikat meliputi sudut kontak droplet air (o) dan foto permukaan.

Penelitian dilakukan mengikuti tahapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Cara pengambilan data ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan tabulasi data mengikuti Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Skema pengambilan foto permukaan kayu (atas) dan sudut kontak (bawah)

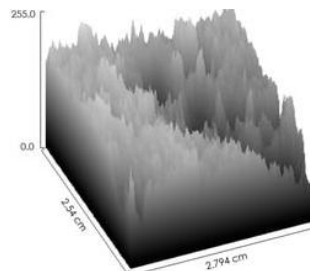
Tabel 1. Tabulasi data sudut kontak

Jenis Kayu	Pelapis	Sudut Kontak (°)		
		1	2	3
Randu	Tanpa pelapis			
	Mowilex Woodstain (MW)			
	Propan Woodstain (PW)			
	Biovarnish Woodstain (BW)			
Mahoni	Tanpa pelapis			
	Mowilex Woodstain (MW)			
	Propan Woodstain (PW)			
	Biovarnish Woodstain (BW)			
Jati	Tanpa pelapis			
	Mowilex Woodstain (MW)			
	Propan Woodstain (PW)			
	Biovarnish Woodstain (BW)			

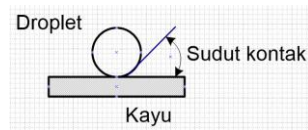
Tabel 2. Tabulasi data permukaan kayu

Jenis Kayu	Foto permukaan kayu		
	Standar	Amplas 60	Amplas 100
Randu			
Mahoni			
Jati			

Analisis data foto permukaan kayu diolah menggunakan aplikasi *surface plot ImageJ* versi 08.15 untuk mendapatkan plot kekasaran permukaan (Gambar 4). Analisis ini akan memberikan penguatan terhadap analisis sudut kontak *droplet*. Foto *droplet* diolah menggunakan *Microsoft Visio Professional 2002 SR-1* untuk pengukuran sudut kontak. Dengan menarik garis yang berhimpit dengan sisi droplet di permukaan kayu maka akan didapatkan sudut kemiringan garis tersebut (Gambar 5). Nilai sudut kontak selanjutnya menjadi acuan karakteristik hidrofobik sesuai kategori besar sudut kontak *droplet*.



Gambar 4. Contoh kontur permukaan menggunakan ImageJ

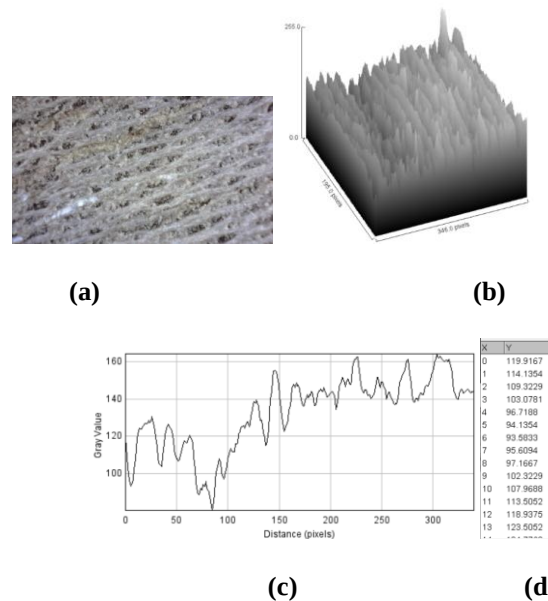


Gambar 5. Skema pengukuran sudut kontak *droplet*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Karakteristik Permukaan

Data mentah tidak ditampilkan pada naskah ini dan akan disediakan jika diperlukan. Data-data sebagaimana dirancang pada Tabel 1 dan 2 dianalisis menggunakan aplikasi ImageJ untuk mendapatkan hasil surface analysis. Contoh hasil analisis ditunjukkan pada Gambar 6.

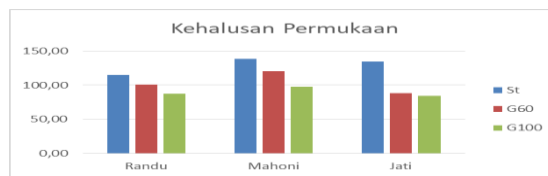


Gambar 6. Hasil analisis surface plot permukaan jati sebelum diampas, (a) foto permukaan, (b) plot permukaan 3 dimensi, (c) kontur permukaan, dan (d) kuantifikasi kontur permukaan

Hasil rata-rata kuantifikasi kontur permukaan mewakili variabel kehalusan permukaan, ditampilkan pada Tabel 3. dan 4. Semakin besar nilai rata-rata kontur permukaan, maka permukaan kayu semakin kasar. Tabel tersebut kemudian digambarkan dalam histogram pada Gambar 7. dan 8. untuk melihat perbandingannya secara deskriptif.

Tabel 3. Hasil analisis ImageJ permukaan kayu sebelum dilapis

Jenis Kayu	Kuantitas kehalusan permukaan (pixels)		
	Standar	Amplas 60	Amplas 100
Randu	114,92	100,45	87,07
Mahoni	138,63	120,71	97,50
Jati	134,23	88,51	83,91

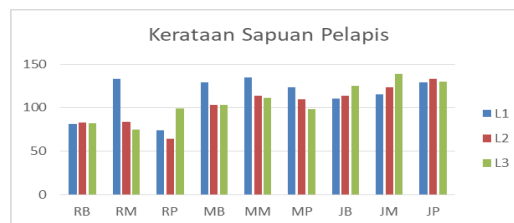


Gambar 7. Perbandingan kehalusan permukaan kayu sebelum dipoles, untuk rata-rata nilai kontur. St – sebelum diampas, G60/100 – amplas grid 60/100.

Dengan mengacu Gambar 6, perbandingan kehalusan permukaan pada Gambar 7. menunjukkan bahwa proses pengamplasan/penghalusan permukaan menunjukkan hasil sesuai dengan dugaan. Dengan menggunakan amplas yang semakin halus, permukaan semua kayu sampel menjadi semakin halus. Proses penghalusan yang memberikan hasil paling signifikan tampak pada kayu jati, dimana kontur permukaan sebelum dan setelah diampas berbeda jauh, tetapi peningkatan grid kehalusan amplas tidak menghasilkan perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini diduga terkait dengan derajat kekerasan kayu. Diketahui bahwa kekerasan kayu jati adalah 630-900 kg/m³, mahoni 490-550 kg/m³, dan randu ditaksir hanya memiliki kekerasan di kisaran 200 kg/m³.

Tabel 4. Hasil analisis ImageJ permukaan kayu setelah dilapis

Jenis Kayu	Pelapis	Kerataan sapuan pelapis		
		1 lapisan (L1)	2 lapisan (L2)	3 lapisan (L3)
Randu	Biovarnish (RB)	81,4	82,9	81,8
	Mowilex (RM)	132,9	83,7	75,0
	Propan (RP)	73,7	64,0	98,7
Mahoni	Biovarnish (MB)	129,2	103,5	103,2
	Mowilex (MM)	135,1	114,1	111,3
	Propan (MP)	123,2	109,9	98,4
Jati	Biovarnish (JB)	110,4	114,0	125,4
	Mowilex (JM)	115,5	123,2	138,7
	Propan (JP)	128,8	132,8	129,8

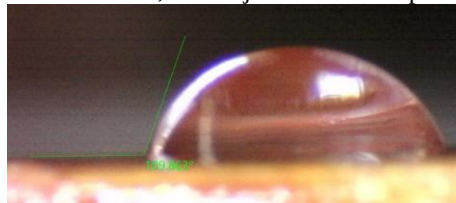


Gambar 8. Perbandingan kerataan polesan permukaan kayu

Jika dikaitkan dengan proses pelapisan, dari Gambar 8., permukaan kayu jati semakin rata dengan penambahan proses pelapisan, khususnya untuk pelapis *Biovarnish* dan *Mowilex*. Untuk pelapis Propan, pengulangan proses pelapisan tidak menghasilkan perbedaan kerataan permukaan yang signifikan. Kayu mahoni menunjukkan perubahan kerataan polesan yang signifikan untuk semua jenis pelapis, dari pelapis pertama ke pelapis kedua. Pelapisan ketiga tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Bahan pelapis tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan pada mahoni. Untuk kayu randu, proses pelapisan menunjukkan karakteristik yang tidak menentu. Pengulangan proses pelapisan tidak berpengaruh pada penggunaan *Biovarnish*, berpengaruh untuk pengulangan kedua pada jenis *Mowilex*, dan untuk *Propan* berpengaruh besar di pengulangan ketiga. Sekali lagi, tampaknya kekerasan kayu, yang berhubungan dengan kontur kayu hasil pengamplasan terkait dengan keberhasilan proses pelapisan.

3.2 Analisis Sudut Kontak Hidrofobik

Hasil pengukuran sudut kontak tetesan air pada permukaan kayu ditunjukkan pada Gambar 9., dan dirangkum pada Tabel 5. Secara deskriptif perbandingan sudut kontak untuk semua kondisi ditunjukkan pada Gambar 10. Dalam hal ini, semakin kecil sudut kontak, menunjukkan kondisi permukaan semakin hidrofobik.

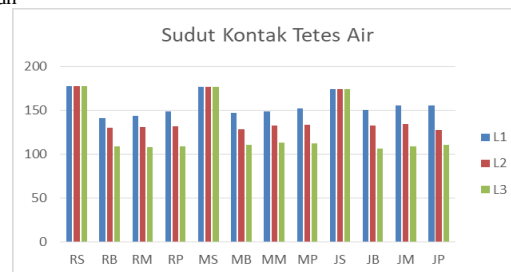


Gambar 9. Contoh pengukuran sudut kontak
Tabel 5. Hasil pengukuran sudut kontak tetesan air

Jenis Kayu	Pelapis	n	Sudut Kontak (°)			Rata-rata		
			L1	L2	L3	L1	L2	L3
Randu	Standar (RS)	1	178,1			177		
		2	177,5					
		3	175,3					
	Biovarnish (RB)	1	139,7	129,3	109,9	140,8	130	108,3
		2	140,9	130,7	106,7			
		3	141,9	130	107,5			
	Mowilex (RM)	1	143,4	131,2	108,7	143,2	130,7	108
		2	143,4	130,2	108,8			
		3	142,8	130,8	106,6			
	Propan (RP)	1	148,4	131,7	107,6	148,5	131,6	108,2
		2	148,6	131,9	108,4			
		3	149,6	131,3	108,6			
Mahoni	Standar (MS)	1	177,1			176,6		
		2	176,4					
		3	176,5					
	Biovarnish (MB)	1	146,9	127,5	110,8	146,8	128	110,7
		2	146	129	110,8			
		3	147,6	129,7	110,5			
	Mowilex (MM)	1	148,5	133,9	113,1	148,6	132,8	112,7
		2	149,2	130,9	112,8			
		3	148,3	133,6	112,2			
	Propan (MP)	1	153	132	112,3	151,8	133,4	111,9
		2	150,7	133	111,3			
		3	151,7	133,6	112,3			
Jati	Standar (JS)	1	174,7			173,8		
		2	175,3					
		3	171,4					

Jenis Kayu	Pelapis	n	Sudut Kontak (°)			Rata-rata		
			L1	L2	L3	L1	L2	L3
	Biovarnish (JB)	1	150,3	131,6	106,3	150	132	106,1
		2	150,1	132,1	105,8			
		3	149,7	132,2	106,3			
	Mowilex (JM)	1	156,1	133,8	108,9	155,7	133,7	108,3
		2	155,9	133,8	107,7			
		3	155,8	133,6	108,3			
	Propan (JP)	1	155,9	126,9	110,5	155,3	127,5	110,3
		2	155,4	127,6	110,3			
		3	154,6	128,1	110,3			

Catatan : n adalah ulangan pengukuran



Gambar 10. Perbandingan sudut kontak tetes air

Untuk karakteristik hidrofobik permukaan kayu, dari Gambar 10 tampak bahwa pada semua jenis kayu, permukaan tanpa pelapis menyerap air secara cepat. Proses pelapisan menahan penyerapan air ke dalam pori-pori permukaan kayu. Proses perulangan pelapisan meningkatkan sifat anti air permukaan. Jenis pelapis tidak berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan sifat anti air. Hal ini berarti bahwa yang diperlukan dari proses pelapisan hanyalah memastikan bahwa bahan pelapis bisa terlapiskan secara merata di seluruh permukaan, tanpa memandang ketebalan pelapisannya.

4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa adanya bahan pelapis terbukti meningkatkan karakteristik anti air permukaan kayu. Proses pengamplasan/penghalusan permukaan kayu dipengaruhi kekerasan alami kayu. Proses pelapisan permukaan dengan bahan pelapis anti air, tergantung pada kehalusan permukaan kayu sebelum dilapis. Perulangan pelapisan/ketebalan lapisan pelapis permukaan berpengaruh signifikan dalam meningkatkan sifat anti air yang diwakili oleh sudut kontak tetes air dengan permukaan. Jenis bahan pelapis tidak berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan sifat anti air permukaan.

Saran

Mengingat kekasaran permukaan kayu dianalisis menggunakan metode visual, kemungkinan terjadinya kesalahan analisis cukup tinggi. Analisis visual bisa dipengaruhi oleh perubahan warna permukaan kayu. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan yang memastikan pengaruh kekerasan kayu terhadap daya tahan air dari permukaan jenis-jenis kayu yang ada di Indonesia.

5 Daftar Pustaka

- [1] Bang, J., Kim, J., Kim, Y., Yeo, H., & Kwak, H. W. (2022). Preparation and Characterization of Hydrophobic Coatings from Carnauba Wax / Lignin Blends. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 50(3), 149–158. <https://doi.org/10.5658/WOOD.2022.50.3.149>

- [2] Cao, S., Cheng, S., Wang, P., Ge, S., Cai, L., & Cai, J. (2023). Construction and characterization of superhydrophobic wood coatings using one-step technique. *Colloid and Interface Science Communications*, 57(100757), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.colcom.2023.100757>
- [3] Hazir, E., & Koc, K. H. (2019). Evaluation Of Wood Surface Coating Performance Using Water Based , Solvent Based And Powder Coating. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 21(4), 467–480. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2019005000404>
- [4] Janesch, J., Armingier, B., Gindl-altmutter, W., & Hansmann, C. (2020). Progress in Organic Coatings Superhydrophobic coatings on wood made of plant oil and natural wax. *Progress in Organic Coatings*, 148(105891), 1–0. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105891>
- [5] Jiang, J., Du, J., Li, H., & Mei, C. (2022). Hydrophobicity Improvement on Wood for a Better Application of This Bio-Based Material. *Coatings*, 12(1465), 10–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/coatings12101465>
- [6] Perspectives, F. (2023). Superhydrophobic Wood Surfaces : Recent Developments and Future Perspectives. *Coatings*, 13(877), 1–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/coatings13050877>
- [7] Tang, M., Fang, X., Li, B., Xu, M., Wang, H., & Cai, S. (2022). Hydrophobic Modification of Wood Using Tetramethylcyclotetrasiloxane. *Polymers*, 14(2077), 1–11. <https://doi.org/10.3390/polym14102077>
- [8] Wang, X., & Chai, Y. (2013). Formation of highly hydrophobic wood surfaces using silica nanoparticles modified with long-chain alkylsilane. *Holzforschung*, 67(6), 667–672. <https://doi.org/10.1515/hf-2012-0153>
- [9] Wei, X., & Niu, X. (2023). Recent Advances in Superhydrophobic Surfaces and Applications on Wood. *Polymers*, 15(1682), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/polym15071682>
- [10] Yang, R., Wang, S., Zhou, D., Zhang, J., Lan, P., & Jia, C. (2018). Construction of Hydrophobic Wood Surface and Mechanical Property of Wood Cell Wall on Nanoscale Modified by Dimethyldichlorosilane. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/301/1/012051>