



Karakteristik Aspal Porus dengan Campuran Serat Bemban (*Donax Canniformis*) Terhadap Porositas, Void In Mixture, dan Marshall Quotient

Received 22nd September 2022
Accepted 17th February 2022
Published 6th May 2023

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v7i1.1086

Yoga Saputra ^{*a}, Asri Wiana Lika Zahara ^a, Muhammad Alif Lazuardi ^b, Nur Maesyasa Saida Amada ^b, Ninis Hadi Haryanti ^a

^aProgram Studi Fisika FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia, 70714

^bProgram Studi Teknik Sipil FT, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia, 70714

* Corresponding E-mail: yogassaputra011@gmail.com

Abstract: The need for additional materials to improve the quality of porous asphalt that is environmentally friendly, the natural fiber is the right component. Bemban is a typical South Kalimantan plant that has good properties as a mixture material. This research was conducted to identify the characteristics of bemban fiber as a porous asphalt mixture material and identify the characteristics of porous asphalt with bemban fiber mixture. The characteristics measurement of bemban fiber includes moisture content, cellulose content, and lignin content, making asphalt specimens with bemban fiber mixture using variations of 1, 2, and 3 % (w/w), and porous asphalt characterization including porosity, Marshall Quotient (MQ), and Void in the Mixtures (VIM) with the Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004 reference standard. The results show the characteristics of bemban fiber with NaOH treatment 30 minutes 28°C obtained moisture content 2.36, cellulose content 22.52, and lignin content 1.33% (w/w) which was used as a porous asphalt mixture. Characteristics of porous asphalt with variations of bemban fiber obtained optimum porosity, MQ, VIM values at the addition of bemban fiber 1 % (w/w) and has met the specification parameters.

Keywords: mixture, porous asphalt, bemban, characteristics

Abstrak: Perlunya bahan tambah untuk peningkatan kualitas aspal porus yang bersifat ramah lingkungan, maka serat alam merupakan campuran yang tepat. Bemban merupakan tanaman khas Kalimantan Selatan yang memiliki sifat cukup baik sebagai material campuran. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik serat bemban sebagai material campuran aspal porus dan mengidentifikasi karakteristik aspal porus dengan campuran serat bemban. Pengujian karakteristik serat bemban meliputi kadar air, kadar selulosa, dan kadar lignin, pembuatan benda uji aspal dengan campuran serat bemban menggunakan variasi 1, 2, dan 3% (w/w), serta pengujian aspal porus meliputi porositas, Marshall Quotient (MQ), dan Void in the Mixtures (VIM) dengan standar acuan Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004. Hasil menunjukkan karakteristik serat bemban dengan perlakuan NaOH 30 menit 28°C didapatkan kadar air 2,36, kadar selulosa 22,52, dan kadar lignin 1,33% (w/w) yang digunakan sebagai campuran aspal porus. Karakteristik aspal porus dengan variasi serat bemban didapatkan nilai porositas, MQ, VIM optimum pada penambahan serat bemban 1% (w/w) dan telah memenuhi parameter spesifikasi.

Kata Kunci : campuran, aspal porus, serat bemban, karakteristik

Pendahuluan

Tergenangnya air di permukaan jalan masih menjadi permasalahan akibat kurangnya resapan air, solusi penanggulangannya dapat menggunakan aspal porus [1]. Aspal porus yang dikenal sebagai aspal berpori dalam istilah lain disebut dengan aspal geopori adalah salah satu terobosan baru untuk meningkatkan resapan

air hujan dan mengurangi adanya genangan di permukaan jalan. Rongga udara pada aspal porus diharapkan mampu memberikan keleluasaan kepada air untuk dialirkan kedalam rongga aspal sehingga dapat berfungsi sebagai drainase [2], [3]. Aspal porus dengan dengan kadar rongga yang tinggi memiliki nilai stabilitas yang rendah [4]. Diperlukan peningkatan kualitas pada

aspal porous dengan memberikan bahan tambah dapat berkontribusi pada karakteristiknya dan tentunya juga ramah lingkungan, maka serat alam merupakan bahan campuran yang tepat, selain karena bahan yang mudah didapat serat alam juga memiliki tingkat kekakuan dan kekuatan yang baik sebagai campuran aspal porous.

Pemanfaatan serat alam sebagai campuran aspal porous, telah diteliti, yakni dengan menggunakan serat sabut kelapa 0,75% hanya memenuhi spesifikasi pada nilai *MQ* dan stabilitas, tetapi menurunkan laju *VIM* sehingga belum memenuhi *AAPA 2004* [4] dan penelitian menggunakan serat ijuk dan serat serabut kelapa tidak menghasilkan kinerja aspal porous yang paling optimal karena kedua campuran serat memiliki kelebihan dan kekurangan pada masing-masing pengujiannya [5], pengaruh penambahan serat ijuk dan serat serabut kelapa mengurangi kinerja aspal porous terhadap nilai stabilitas dan masih belum memenuhi standar spesifikasi.

Maka dari itu, penelitian ini menggunakan serat tumbuhan lain dengan memanfaatkan serat bemban (*Donax canniformis*) ciri khas keanekaragaman tumbuhan Kalimantan Selatan agar dapat memberikan kontribusi kekuatan yang lebih baik dengan kelebihan yang dimiliki sehingga dapat meningkatkan kinerja campuran pada aspal porous. Bemban adalah salah satu potensi sumber daya alam yang dimiliki Kalimantan Selatan, merupakan tumbuhan hidup liar di daerah rawa dengan struktur tanah gambut yang bersifat asam [6]. Tumbuhan bemban dengan nama ilmiah *Donax canniformis* merupakan tumbuhan rumpun yang membentuk semak setinggi 1,5 – 5 m. Bemban banyak ditemukan pada tepi-tepi air, tempat basah, atau juga hutan bambu dengan tumbuh secara liar [7]. Saat ini, bemban dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan kerajinan tangan berupa anyaman dan tali [8].

Bemban telah banyak dimanfaatkan dalam bidang komposit. Komposit serat bemban memiliki ketahanan paling baik dibandingkan serat lain yaitu 0,0449 Joule/mm² terhadap uji dampak [9], nilai dampak dan bending yang cukup tinggi yakni 0,0208 Joule/mm² dan 114,16 Mpa [10]. Pemanfaatan komposit sebagai *chopped fiber composite* mendapatkan nilai energi serap 0,0653 J/mm² [11]. Pemanfaatan serat sebagai penguat komposit *polyester* terhadap kekuatan dampak mendapatkan nilai energi serap 13.23 joule dan harga dampak sebesar 0,067 joule/mm² [12]. Kekuatan tekuk komposit serat bemban dengan waktu alkalisasi 30 menit memiliki nilai 112,24 MPa, kekuatan dampak pada

waktu alkalisasi 60 menit memiliki nilai 0,0208 joule/mm². Serat bemban memiliki sifat-sifat menguntungkan seperti tahan terhadap pengaruh panas matahari dan cuaca dingin, tahan terhadap pelapukan, tidak mudah busuk dan awet, memungkinkan dapat dijadikan sebagai salah satu pilihan untuk digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran [6].

Penelitian mengenai karakterisasi aspal porous dengan campuran serat bemban (*donax canniformis*) sebagai material tambahan merupakan kajian yang menarik untuk dikaji lebih lanjut, terlebih masih belum adanya penelitian mengenai pemanfaatan serat bemban sebagai material campuran dalam bidang konstruksi jalan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik serat bemban yang digunakan sebagai material campuran aspal porous dengan mengidentifikasi komponen kimia seperti kadar air, kadar selulosa, dan kadar lignin pada perlakuan NaOH 28°C selama 30 menit serta mengetahui karakteristik aspal porous dengan penambahan serat bemban sebanyak 1, 2 dan 3% (w/w) pada nilai porositas, *VIM*, dan *MQ* yang didasarkan pada standar *AAPA 2004*.

Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika III FMIPA dan Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya FT Universitas Lambung Mangkurat. Proses penelitian yang dilakukan meliputi: pemeriksaan karakteristik serat bemban, perencanaan komposisi (*mix design*), pembuatan dan pengujian sampel aspal. Material tumbuhan bemban didapatkan dari Desa Kanamit, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah.

Pengujian Karakteristik Serat Bemban

Serat bemban dilakukan pengujian karakteristik terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan campuran pada aspal porous dengan karakteristik yang diukur meliputi uji kadar air, uji kadar selulosa, dan uji kadar lignin pada SNI 03-2104-1991.

Sebanyak 10 gr serat bemban direndam dengan 200 mL NaOH 5% 30 menit pada suhu ruang (28°C). Setelah itu, disaring dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C sampai berat konstan. kemudian ditimbang berat akhir sehingga didapatkan nilai kadar air. Analisis kadar selulosa, sampel hasil penimbangan pada kadar air direndam dengan NaOH 1 N 200 mL selama 60 menit. Kemudian disaring dan dikeringkan pada oven dengan suhu 100°C sampai berat konstan kemudian ditimbang dan direndam dengan NaOH

5% 200 mL selama 60 menit. Setelah itu, sampel disaring dan direndam kembali dengan NaOH 1 N 200 mL selama 60 menit. Berikutnya, disaring dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C sampai berat konstan kemudian ditimbang sehingga didapatkan nilai kadar selulosa.

Untuk lignin, sampel hasil penimbangan pada selulosa direndam dengan aquades 200 mL selama 60 menit kemudian disaring dan dikeringkan pada oven dengan suhu 100°C sampai berat konstan kemudian ditimbang dan didapatkan nilai kadar lignin. Pengujian karakteristik serat bemban dengan perendaman NaOH 5% selama 30 menit pada suhu 28°C ditujukan untuk menurunkan kadar air, meningkatkan kadar selulosa, dan mengurangi kadar lignin sebagai material yang akan digunakan pada campuran aspal porus.

Komposisi Benda Uji Aspal (*Mix Design*)

Untuk menentukan campuran aspal porus, kadar aspal yang dapat digunakan sebesar 5 - 6% mengacu AAPA [12].

Tabel 1. Komposisi benda uji aspal (*mix design*).

Aspal (gr)	Bemban (gr)	Agregat (gr)	Berat total (gr)
	12	1,116	
72	24	1,104	1,200
	36	1,092	

Kadar aspal yang digunakan sebesar 6% dengan berat 72 gram dari berat total campuran seperti terlihat pada Tabel 1. Variasi kadar serat bemban yang digunakan adalah 0, 1, 2 dan 3% dengan ketentuan Bina Marga yakni maksimal 5% untuk pemberian bahan tambah sebagai campuran aspal.

Pengujian Spesimen Benda Uji Aspal Porus

Pengujian karakteristik spesimen benda uji aspal yang dilakukan meliputi porositas, *VIM*, dan *MQ* dengan standar acuan AAPA 2004.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Serat Bemban

Karakteristik serat bemban ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik kadar komponen kimia pada serat bemban.

No	Perlakuan	Kadar air	Kadar selulosa	Kadar lignin	Standar pengujian
1	Tanpa Perendaman	2,50 %	5,73%	15,16%	SNI 03-2104-1991
2	NaOH 5% 30 Menit	2,36%	22,52%	1,33%	

Tabel 2 menunjukkan nilai kadar air yang didapatkan memenuhi standar pengujian yakni <14%. Kadar selulosa pada perlakuan perendaman NaOH 30 menit sebesar 22,52% hal ini menunjukkan telah terjadi peningkatan dari tanpa perlakuan. Dalam larutan, natrium hidroksida bekerja dengan cara merusak ikatan hidrogen antara molekul-molekul selulosa dan bahan lainnya. Hal ini menyebabkan bahan-bahan non-selulosa terurai dan terlepas dari serat selulosa, sehingga selulosa menjadi lebih mudah dipisahkan dan diisolasi. Sebagai hasilnya, kadar selulosa pada bahan serat meningkat setelah direndam dalam larutan NaOH.

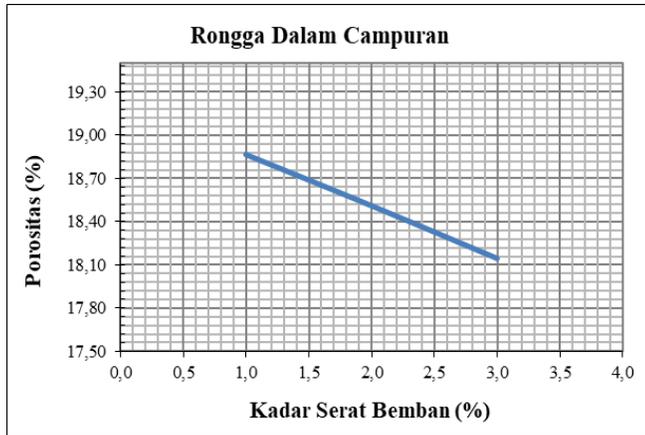
Kadar lignin dengan perendaman NaOH 30 menit juga berkurang yakni menjadi 1,33%. Lignin adalah senyawa organik kompleks yang terdapat pada dinding sel tumbuhan bersama dengan selulosa. Lignin memberikan kekuatan dan ketahanan terhadap lingkungan eksternal. Namun, keberadaan lignin dalam bahan serat dapat membuat pemisahan selulosa menjadi sulit. NaOH dapat mengurangi kandungan lignin pada bahan serat karena sifat basa kuatnya dapat merusak ikatan aromatik dalam struktur lignin. Ini mengakibatkan pembentukan senyawa kompleks antara natrium hidroksida dan gugus fungsional pada lignin, yang dapat menghasilkan senyawa yang lebih mudah terurai. Seiring dengan terurainya lignin, maka akan memudahkan pemisahan serat selulosa dari lignin, sehingga selulosa lebih mudah diisolasi dan diolah. Sebagai hasilnya, perendaman NaOH dapat mengurangi kadar lignin pada serat dan membantu mempercepat proses pemisahan serat selulosa.

Karakteristik Aspal Porus dengan Campuran Serat Bemban

Porositas

Porositas memungkinkan air untuk masuk ke dalam pori-pori aspal dan kemudian diserap oleh lapisan bawahnya. Ini dapat membantu mengurangi genangan air pada permukaan jalan dan mengurangi risiko terjadinya selip dan kecelakaan. Selain itu, dapat membantu mengurangi suhu permukaan jalan pada saat cuaca panas. Pori-pori pada aspal porus dapat menampung udara dan membantu menjaga suhu jalan tetap dingin, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan bagi pengguna jalan. Mampu meredam suara dengan adanya ruang-ruang kecil di dalam aspal porus dapat menyerap suara dan memantulkannya kembali ke arah bawah, sehingga mengurangi tingkat kebisingan di sekitar jalan. Semakin besar rongga pada campuran maka semakin besar pula porositas yang dihasilkan, karena rongga

berbanding lurus dengan porositas [12]. Nilai porositas aspal porus dengan campuran bemban ditunjukkan pada Gambar 1.

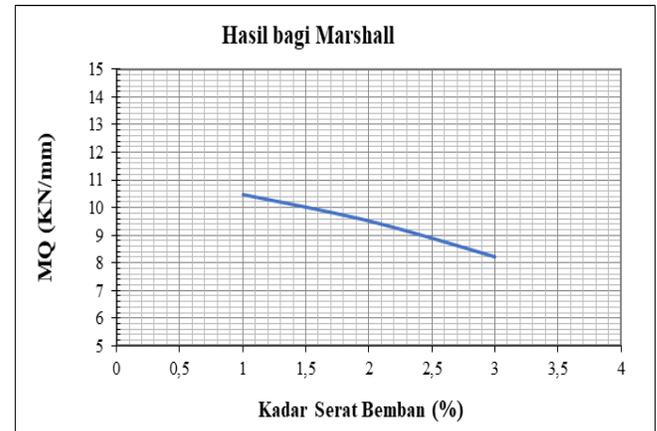


Gambar 1. Grafik hubungan antara serat bemban dengan porositas

Gambar 1 menunjukkan grafik hubungan antara serat bemban dengan porositas. Seiring bertambahnya serat bemban maka menurunkan nilai porositas, penambahan serat yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai porositas karena serat dapat mengisi ruang yang seharusnya kosong diantara agregat dan aspal. Proses yang terjadi adalah serat dapat mengisi celah-celah diantara agregat yang seharusnya diisi oleh aspal sehingga mengurangi porositas aspal porus. Hal ini dapat menyebabkan aspal porus menjadi kurang *permeable* dan menyulitkan air untuk mengalir melalui lapisan aspal. Namun, jika dosis serat yang digunakan sesuai dengan spesifikasi maka dapat meningkatkan nilai porositas. Nilai porositas terbaik pada penambahan serat bemban optimum sebanyak 1% dengan nilai 18,86%. Variasi berdasarkan persentase penambahan serat bemban pada karakteristik porositas memenuhi persyaratan AAPA 2004 yakni dengan syarat 10-30%.

Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient adalah nilai pendekatan yang menunjukkan nilai kekakuan suatu campuran beraspal dalam menerima beban [12]. *MQ* yang optimal penting untuk dipastikan bahwa campuran aspal porus memiliki kekuatan dan ketahanan yang memadai untuk menahan beban lalu lintas dan tekanan air, tetapi tetap memiliki porositas yang cukup untuk memberikan manfaat drainase dan penanganan air hujan yang optimal pada permukaan jalan. Nilai *MQ* ditunjukkan pada Gambar 3.

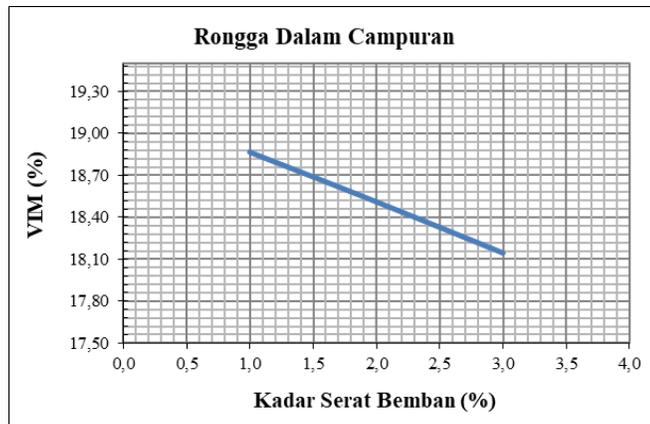


Gambar 2. Grafik hubungan antara serat bemban dengan MQ

Hasil perhitungan menghasilkan penurunan nilai *MQ* seiring penambahan serat bemban. Penambahan serat yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai *MQ* karena serat dapat menyebabkan kompaksi aspal menjadi kurang efektif. Proses yang terjadi adalah serat dapat mengisi ruang yang seharusnya diisi oleh aspal dan agregat, sehingga menyebabkan kompaksi tidak merata dan menurunkan kekuatan aspal. Gambar 3 menunjukkan nilai *MQ* optimum dengan penambahan serat bemban sebanyak 1% sebesar 10,46 kg/mm dan memenuhi standar spesifikasi AAPA 2004.

Void in the Mixtures (VIM)

Void atau kekosongan dalam campuran aspal porus merujuk pada ruang-ruang kosong atau pori-pori yang terbentuk di dalam campuran aspal setelah campuran tersebut dicampur dan diaspal pada permukaan jalan. Terlalu banyak kekosongan dalam campuran aspal porus dapat menyebabkan kerapatan campuran aspal menjadi kurang baik dan kurang tahan lama. Kehadiran kekosongan dalam jumlah yang berlebihan dapat mempengaruhi daya tahan campuran aspal porus terhadap beban lalu lintas, tekanan air, dan kerusakan lainnya. Oleh karena itu, kekosongan dalam campuran aspal porus harus diatur sedemikian rupa sehingga campuran aspal memiliki kekuatan dan ketahanan yang memadai. Nilai volumetrik yang dihasilkan pada perhitungan campuran aspal porus adalah nilai rongga dalam campuran atau *Void in the Mixtures (VIM)* yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Serat Berman dengan VIM

Gambar 2 menunjukkan Nilai VIM mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar serat berman. Penambahan kadar serat sebanyak 1% didapatkan nilai 18,86% dan ini merupakan kadar optimum penggunaan serat berman terhadap aspal porus pada karakteristik VIM. Penambahan kadar serat sebanyak 2 dan 3% justru menurunkan nilai VIM dengan nilai berturut-turut 18,51 dan 18,11%. Penambahan serat dapat menyebabkan penurunan VIM karena serat dapat mengisi ruang kosong dalam campuran aspal, sehingga mengurangi jumlah kosong yang terdapat dalam campuran. Selain itu, serat juga dapat memperkuat campuran aspal dengan meningkatkan *interlocking* antara agregat dan aspal. Namun, juga diketahui bahwa semakin banyak serat dapat menyebabkan masalah seperti penurunan viskositas aspal dan peningkatan waktu pengeringan. Variasi penambahan serat berman 1 - 3% telah memenuhi persyaratan campuran aspal porus yakni 10-25% menurut APA 2004.

Kesimpulan

Pada penelitian ini karakteristik serat berman dengan perlakuan NaOH selama 30 menit pada suhu 28°C memiliki nilai kadar air sebesar 2,36%, kadar selulosa sebanyak 22,52%, dan kadar lignin sebesar 1,33% yang digunakan sebagai bahan campuran aspal porus. Untuk karakteristik aspal porus dengan variasi serat berman didapatkan nilai Porositas, MQ, dan VIM, optimum pada penambahan serat berman 1% dan mengalami penurunan setelah penambahan serat berman 2 dan 3%, tetapi masih memenuhi standar campuran aspal porus pada APA 2004. Penentuan kadar serat berman menjadi pertimbangan sangat penting pada riset selanjutnya.

Kontribusi Penulis

Penulis satu dan penulis dua melakukan pembuatan serat berman, pengujian karakteristik serat berman dan menyiapkan naskah (manuskrip) serta analisis data; penulis tiga dan penulis empat melakukan pengujian sifat fisis agregat, pembuatan benda uji aspal, pengujian benda uji aspal, dan analisis data; penulis terakhir melakukan arahan riset, memonitoring penyelesaian naskah/*manuskrip*; dan usul paten.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Fisika III FMIPA dan Laboratorium Transportasi Jalan Raya FT ULM atas bantuan fasilitas kegiatan.

Referensi

- [1] N. Ali, J. T. Sipil, and U. Hasanuddin, "Studi Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal 2 . Program Eksperimen," vol. 7, no. KoNTekS 7, pp. 24–26, 2013.
- [2] R. T. Jurnal, "Pemanfaatan Material Lokal Dalam Pembuatan Aspal Porus Tipe Ac-Wc Yang Aman Dan Ramah Lingkungan," *Forum Mek.*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.33322/forummekanika.v7i2.199.
- [3] N. T. Sembung, T. K. Sendow, and ..., "Analisa Campuran Aspal Porus Menggunakan Material Dari Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon," *J. Sipil ...*, vol. 8, no. 3, pp. 345–352, 2020.
- [4] M. F. Syaviq, M. Z. Arifin, H. Bowoputro, L. Djakfar, and L. Ambarwati, "Studi Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Porus," *Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 2, pp. 92–98, 2018.
- [5] A. K. P. Arthadana, "Analisis Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Menggunakan Serat Ijuk Dan Serat Serabut Kelapa," Universitas Mataram, 2020.
- [6] A. Syarief and A. Yafie, "Sifat Material Polyester Hybrid Composite - Batang Berman (Donax Canniformis)," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 2, no. 2, pp. 97–104, 2017.
- [7] H. H. Ihsan, "Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri dari Daun Berman (Donax canniformis) untuk Formulasi Obat dari Bahan Alam (Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of Donax canniformis for The Formulation Medicine from Natural Ingredients)," *J. Ris. Ind. Has. Hutan*, vol. 9, no. 1, pp. 29–40, 2017.
- [8] A. Syarief, A. A. Basyir, and A. N. Andy Nugraha, "Pengaruh Orientasi Serat Dan Waktu Alkalisasi Pada Laminates Composite Polyester-

- Serat Bemban (Donax Canniformis) Terhadap Kekuatan Bending, Impact Dan Bentuk Patahan," *Info-Tek.*, vol. 22, no. 2, p. 209, 2021.
- [9] S. M. F. Al-idrus, J. Arifin, and F. Herlina, "Perbandingan Komposit Polyester Serat Bemban (Donax Canniformis), Timbaran , Dan Bilaran Terhadap Kekuatan Impak Dan Bending" pp. 1–4, 2020.
- [10] A. A. Basyir, "Pengaruh Orientasi Serat Dan Waktu Alkalisasi Pada Laminates Composite Polyester-Serat Bemban (Donax Canniformis) Terhadap Kekuatan Bending, Impact Dan Bentuk Patahan," Universitas Lambung Mangkurat, 2019.
- [11] Suhardi, "Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Chopped Fiber Composite Serat Bemban (Donax Canniformis)," Universitas Lambung Mangkurat, 2019.
- [12] Y. A. Priambodo and K. M., "Jurnal SIPILsains," *J. Sipilsains*, vol. 10 2, no. September, pp. 151–156, 2020.