

KESTABILAN KEKUATAN KOMPOSIT KARET ALAM PADA PROTOTIPE SEKAT KANAL DI LINGKUNGAN ASAM LAHAN GAMBUT

The Endurance Stability of Natural Rubber Composite on Canal Blocking Prototype in Peatland Acid Environment

Adi CIFRIADI, Norma A. KINASIH*, dan Thomas WIJAYA

Pusat Penelitian Karet
Jalan Salak No. 1 Bogor 16151 Bogor
*Email: norma.kinasih88@gmail.com

Diterima : 24 Januari 2019 / Disetujui : 31 Januari 2019

Abstract

Natural rubber composite based canal blocking prototype had been developed at Sungei Rengit, South Sumatra. Product development validation was carried out by testing the physical and morphological properties of rubber composites before and after its application in the field. The physical properties of rubber composites before and after application in the field was relatively stable, with 20% degradation of physical properties after soaking in the acid environment such as peatland water and sulfate acid either in laboratory or field. The degradation was due to weakening interaction between matrix-rubber and particulate-filler according to morphological observations of rubber composites.

Keywords: Canal blocking; morphological properties; natural rubber composite; physical properties

Abstrak

Prototipe sekat kanal berbasis komposit karet alam telah dibangun di Desa Sungei Rengit, Sumatera Selatan. Validasi pengembangan produk dilakukan dengan melakukan pengujian sifat fisika dan morfologi komposit karet sebelum dan setelah aplikasinya di lapangan. Hasil pengujian fisika komposit karet sebelum dan setelah diaplikasikan di lapangan relatif stabil, dengan nilai penurunan sifat fisika vulkanisat yang berkisar 20% setelah direndam pada suasana asam air gambut dan asam sulfat baik di laboratorium maupun di lapangan. Penurunan tersebut diakibatkan menurunnya interaksi antara matriks karet dan partikulat-pengisi sesuai hasil pengamatan morfologi komposit karet.

Kata kunci: Komposit karet alam; sekat kanal; sifat fisik; sifat morfologi

PENDAHULUAN

Pembangunan sekat kanal sebagai pengatur tata kelola air di lahan gambut perlu mempertimbangkan faktor pengaturan keluar dan masuknya air sehingga kedalaman air tanah dapat diatur sesuai dengan syarat tumbuh tanaman dan menjaga ekosistem lahan gambut. Konsep tata kelola air ini yang belum diterapkan dengan baik oleh masyarakat, terlihat dari bangunan sekat kanal tradisional berbentuk sederhana, dari bahan seperti kayu, papan kayu, dan karung pasir (Ritzema *et al.*, 2014). Bahan-bahan tersebut hanya ditumpuk, tanpa mempertimbangkan aspek kekuatan material bangunan. Sehingga kestabilan bangunan relatif rendah hanya bertahan sekitar 1-2 tahun.

Desain sekat kanal tradisional telah coba diperbaiki dengan menggunakan material komposit karet alam sebagai bahan penyusun bangunan sekat kanal. Menurut hasil penelitian Kinasih *et al.* (2018) komposit karet merupakan material yang sesuai digunakan sebagai bahan pembangun sekat kanal di lahan gambut, mengingat komposit karet alam ini memiliki sifat fisik dan ketahanan yang baik pada lingkungan asam lahan gambut. Hal tersebut ditandai dengan rendahnya perubahan volume dan sifat fisika vulkanisat setelah perendaman dalam lingkungan asam lahan gambut tersimulasi.

Perbaikan desain sekat kanal juga dilakukan Pusat Penelitian Karet dengan menambahkan pipa paralon dan tutup

diujungnya untuk mengontrol tinggi muka air lahan gambut. Dimana pada desain sekat kanal tradisional tidak memiliki sistem ini, sehingga sering terjadi drainase (pengeringan) gambut yang menyebabkan kebakaran (Napitupulu & Mudiantoro, 2015) dan peningkatan emisi CO₂ (Hooijer *et al.*, 2010; Boer *et al.*, 2009). Pengontrolan dilakukan dengan membuka ujung pipa saat kelebihan air dan menutup pipa saat kekurangan air. Pipa air dipasang 40 cm di bawah permukaan tanah (-40 cm) untuk menahan air sesuai kondisi ideal pertumbuhan tanaman dan kondisi ideal ekosistem lahan gambut, mengacu pada himbauan Badan Restorasi Gambut (BRG) dan didukung SK Menteri Lingkungan Hidup tahun 2017 nomor P.15/MENLHK/SETJEN/KUM1/2/2017 mengenai tata cara pengukuran muka air tanah di titik penataan ekosistem gambut. Diharapkan dengan perbaikan desain sekat kanal ini dapat memperbaiki sistem tata kelola air di lahan gambut.

Pembuatan prototipe sekat kanal dengan desain terbaru ini perlu dianalisis kestabilan kekuatannya, terutama komposit karet alam. Pada penelitian pendahuluan yang dilaporkan Kinasih *et al.* (2018) komposit karet alam memiliki ketahanan yang baik pada lingkungan asam lahan gambut tersimulasi. Pada penelitian ini akan dilihat kestabilan mutu komposit karet alam yang diproduksi massal untuk pembuatan prototipe sekat kanal di lapangan. Kestabilan komposit karet alam pada lingkungan sebenarnya, air asam lahan gambut. Pengukuran kestabilan dilakukan selama prototipe terendam air lahan gambut selama 2 bulan (September-Oktober), saat musim penghujan awal di lokasi kegiatan, Desa Sungei Rengit, Sumatera Selatan. Selama kurun waktu tersebut, akan diamati kestabilan komposit karet alam dengan melihat perubahan sifat fisika dan morfologi komposit karet alam.

BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Januari hingga Oktober 2017. Proses pembuatan prototipe dilakukan di Pabrik Percobaan, Laboratorium Penguji Pusat Penelitian Karet. Bahan baku pembuatan prototipe sekat kanal berbasis

komposit karet alam antara lain karet tipe SIR 20 yang berasal dari UD Sukses Jaya Makmur. Sedangkan bahan kimia komposit karet seperti karbon hitam (N330) diproduksi dari Cabot, sulfur, *minarex oil*, CaCO₃, *cumarrone resin*, MBTS (2-Mercaptobenzothiazole disulfide), DPG (*Diphenyl guanidine*), antilux, TMQ (*trimethyl dihydroquinoline*), ZnO (*zinc oxide*) dan asam stearat berasal dari supplier lokal. Pengujian membutuhkan reagen asam sulfat (H₂SO₄ 97%) berspesifikasi *pure analysis* dari Merck. Peralatan dan instrument yang digunakan antara lain: mesin giling terbuka (*open mill* Berstorff), *Moving Die Rheometer* (MDR), *compression molding*, cetakan sekat kanal, *hardness tester*, Lloyd tensometer, dan pH meter (Metrohm).

Pembuatan Pelat Sekat Kanal

Prototipe sekat kanal disusun dari lembaran pelat sekat kanal. Pelat sekat kanal berbentuk segi delapan dengan ukuran 500 x 500 mm dan ketebalan 5 mm. Formula pembuatan pelat sekat kanal disesuaikan dengan hasil formula terbaik penelitian Kinasih *et al.* (2018). Adapun formula terbaik tersebut disajikan pada Tabel 1.

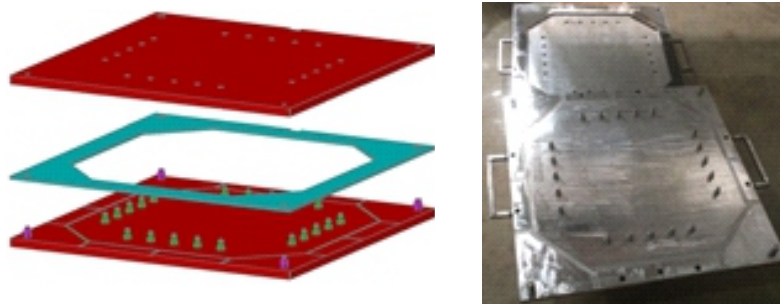
Bahan-bahan pada Tabel 1 tersebut selanjutnya digiling bertahap menggunakan mesin giling terbuka (*open mill* Berstorff). Tahapan proses penggilingan material komposit mengacu pada Kinasih *et al.* (2018). Kompon yang telah jadi selanjutnya disimpan pada suhu ruang selama 24 jam sebelum divulkanisasi. Waktu kematangan optimum vulkanisat ditentukan berdasarkan hasil pengujian menggunakan *Moving Die Rheometer* (MDR). Kompon selanjutnya divulkanisasi menggunakan cetakan sekat kanal (Gambar 1) pada mesin *compression molding* pada suhu 150°C dan tekanan 100 Kg/cm² selama waktu kematangan optimum yang diperoleh dari uji karakteristik vulkanisasi.

Pembuatan Prototipe Sekat Kanal di Lapangan

Prototipe sekat kanal dibangun dengan menyatukan antar pelat, menggunakan baut baja tahan karat agar tahan asam. Selain itu, pelat karet di bagian tengahnya juga dilengkapi dengan lubang

Tabel 1. Formula komposit karet alam
 Table 1. The formulation of natural rubber composite

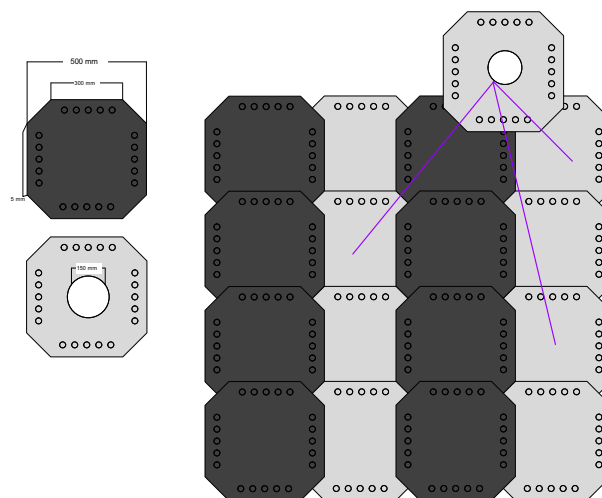
Bahan <i>Material</i>	Formula (berat seratus karet, bsk) <i>Rubber compound formula (per hundred rubber)</i>
SIR 20	100
N330	65
Minarex oil	5
CaCO ₃	140
Cumarrone resin	3
Sulfur	2,4
MBTS	1,6
DPG	0,2
Antilux	3
TMQ	3
ZnO	5
Asam stearat	1



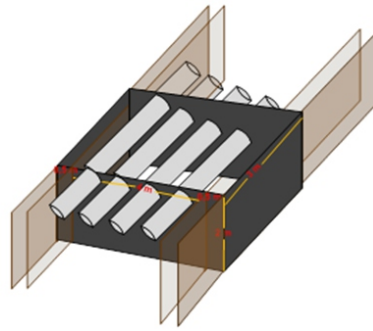
Gambar 1. Disain cetakan pelat sekat kanal
 Figure 1. Mold design of canal blocking plate

untuk memasang pipa paralon PVC. Adapun desain lembaran komposit karet sekat kanal disajikan pada Gambar 2. Prototipe sekat kanal di lapangan memiliki panjang 3 m,

lebar 5 m dan kedalaman 2 m, yang disesuaikan dengan ukuran *field drain* di lapangan, sesuai desain sekat kanal pada Gambar 3.



Gambar 2. Desain pelat dan lembaran komposit karet alam untuk sekat kanal
 Figure 2. Design plates and natural rubber composite sheets for canal blocking



Gambar 3. Desain konstruksi *sekat kanal* berbasis komposit karet alam di lapangan
 Figure 3. Construction design of natural rubber based canal blocking at field

Selama pembuatan pelat-pelat untuk pembangunan prototipe *sekat kanal* dilakukan pengambilan contoh untuk memonitor kualitas pelat sebanyak 3 buah. Pelat tersebut kemudian diuji sifat fisik untuk melihat ketahanannya terhadap lingkungan asam (tersimulasi dan air gambut) baik sifat fisik dan perubahan volume.

Uji Sifat Fisik Vulkanisat Sekat Kanal Berbasis Komposit Karet Alam

Pengujian sifat fisik vulkanisat karet *sekat kanal* meliputi berat jenis, kekerasan, kuat tarik, perpanjangan putus, modulus 300%, ketahanan sobek, kepegasan pantul, dan tekanan menyeluruh. Pengujian berat jenis mengacu pada ISO 2781:2008. Pengujian kekerasan vulkanisat sesuai dengan ASTM D.2240-05, dengan sampel uji berupa tiga lapis lembaran persegi (15x15 cm) setebal 2 mm. Pengujian kuat tarik, perpanjangan putus dan modulus 300% sesuai dengan ASTM D.412-06AE2, dengan sampel uji berbentuk *dumbbell* tipe 2. Pengujian dilakukan menggunakan Llyod Tensometer pada suhu ruang. Pengujian ketahanan sobek mengacu pada ISO 34(2):2011. Pengujian tekanan menyeluruh sesuai dengan ASTM D575-07. Pengujian kepegasan pantul sesuai dengan ASTM D1054-02.

Uji Ketahanan Vulkanisat Sekat Kanal Berbasis Komposit Karet Alam Terhadap Asam

Pengujian ketahanan vulkanisat terhadap asam dilakukan dengan merendam vulkanisat dalam asam sulfat pada pH 3. Pengujian dilakukan sesuai ASTM D471-06E1. Perendaman dilakukan

di suhu ruang dan 70°C selama 72 jam. Perendaman pada suhu 70°C untuk mengetahui pengaruh *accelerated thermal ageing* (pengusangan suhu dipercepat) pada ketahanan vulkanisat (Gu & Itoh, 2011). Perubahan sifat fisika vulkanisat setelah perendaman juga diamati untuk mengamati kestabilan mutu vulkanisat pada kondisi asam. Persentase perubahan volume karet dihitung dengan rumus di bawah ini, dimana W_u adalah volume awal sebelum perendaman dan W_s adalah volume setelah perendaman.

$$\text{Perubahan volume (\%)} = \frac{W_s - W_u}{W_u} \times 100 \dots(1)$$

Pembangunan Sekat Kanal di Lapangan

Pelat-pelat yang telah terjamin mutu mekaniknya selanjutnya dirangkai di lapangan sesuai disain lembaran komposit (Gambar 2). Tahapan pembangunan pelat dilakukan secara bertahap, dengan *Standard Operational Procedure* (SOP) sebagai berikut;

1. Lakukan persiapan saluran air yang akan dipasang *sekat kanal* dengan melakukan perataan pada bagian dasar dan penggalian di bagian kanan dan kiri saluran air untuk tatakan pengait lembaran karet komposit di sisi samping saluran air,
2. Pasang pancang kayu sebagai kerangka awal pembangunan *sekat kanal*, dengan jarak antar pancang 50 cm,
3. Rakit pelat-pelat komposit menjadi lembaran komposit, sambung pelat-pelat menggunakan pengait (baut baja tahan karat),

4. Kaitkan lembaran komposit karet pada batang kayu menggunakan pengait plastik,
5. Susun lembaran-lembaran komposit karet pada kerangka awal sekat kanal di saluran air,
6. Kaitkan lembaran komposit karet sisi depan dan belakang seluas: 0,5 m sisi kanan dan 0,5 m sisi kiri pada tatakan yang telah disiapkan di prosedur no. 1,
7. Susun sejajar lubang pipa di lembaran komposit karet di sisi depan dan belakang sekat kanal,
8. Sambung lembaran-lembaran komposit karet menggunakan pengait (baut *stainless steel*),
9. Lakukan pengemasan bahan-bahan pengisi kanal menggunakan karung,
10. Masukkan material pengisi yang telah dikarungi ke dalam sekat kanal,
11. Pasang pipa paralon untuk mengatur drainase, 40 cm di bawah permukaan tanah.

Prototipe sekat kanal yang dipasang selanjutnya juga diamati kekuatan strukturnya, baik terjadi atau tidaknya pergeseran dan perubahan sifat fisika komposit pelat setelah direndam selama 2 bulan di lapangan (terendam air gambut dan terpapar sinar matahari). Setelah itu akan

diamati pula kerusakan morfologinya menggunakan uji SEM.

Uji Karakteristik Morfologi Komposit Sekat Kanal Berbasis Karet Alam

Sampel uji yang digunakan adalah sampel vulkanisat yang memiliki ketahanan yang terbaik pada lingkungan asam ekstrim (asam sulfat ber pH 3), air gambut, dan air gambut di lapangan dan telah dirusak dengan menggunakan Tensometer. Pengujian karakteristik morfologi vulkanisat dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) ZEISS Instrument pada akselerasi voltase 16 kV. Permukaan yang rusak karena tarikan dilapisi dengan emas untuk menjaga agar tidak terjadi pengaruh elektrostatik selama pengukuran. Pengamatan morfologi vulkanisat dilakukan pada perbesaran 1000 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Vulkanisat Sekat Kanal Berbasis Komposit Karet Alam

Hasil pengontrolan mutu produksi pelat-pelat yang digunakan untuk membuat prototipe sekat kanal disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian fisika tersebut, diketahui bahwa produksi pelat komposit memenuhi persyaratan mutu pelat komposit sekat kanal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mutu pelat komposit sekat kanal relatif seragam pada produksi massal.

Tabel 2. Sifat fisik pelat sekat kanal
Table 2. *Physical properties of canal blocking plate*

Sifat fisika dan mekanik <i>Physical and mechanical properties</i>	Nilai parameter <i>Parameter value</i>		
	Pelat I <i>Plate I</i>	Pelat II <i>Plate II</i>	Pelat III <i>Plate III</i>
Berat jenis (g/cm ³)	1,5	1,52	1,49
Kekerasan (Shore A)	80	80	80
Kuat tarik (N/mm ²)	7,5	8,3	7,4
Perpanjangan putus (%)	300	350	300
Modulus 300%	-	-	-
Ketahanan sobek (N/mm)	36.7	39.73	36.97
Kepegasan pantul (%)	39,3	37,3	37,67
Tekanan menyeluruh 100% (Kg/cm ²)	226.023	223.61	219.81

Uji Ketahanan Vulkanisat Sekat Kanal Berbasis Komposit Karet Alam Terhadap Asam

Ketiga pelat tersebut juga diuji ketahanannya pada lingkungan asam sesuai kondisi lahan gambut, yang umumnya berupa sulfat dan memiliki pH rendah pada mineral dasar (Kselik *et al.*, 1993). pH air lahan gambut Kalimantan diketahui sekitar 3,32 dan 4,22 (Sulistiyanto *et al.*, 2008). Sampling air lahan gambut di lokasi kegiatan (Desa Sungei Rengit, Sumatera Selatan) memiliki pH 3,21, maka pada pengamatan uji ketahanan pelat komposit pada kondisi asam dilakukan perendaman pelat komposit pada larutan asam H_2SO_4 20% (Kinasih *et al.*, 2018). Selain itu, pelat akan direndam pula pada sampling air gambut dari lokasi kegiatan. Kedua metode tersebut perlu dilakukan untuk memvalidasi kondisi simulasi yang dilakukan.

Ketahanan vulkanisat pada larutan ditandai dari mengembangnya vulkanisat dalam larutan (Lawandy *et al.*, 1993; Mathew *et al.*, 2006). Persentase perubahan volume vulkanisat pada asam sulfat ber-pH 3 dan air gambut disajikan pada Tabel 3. Perubahan volume pada kondisi perendaman menggunakan kondisi simulasi asam (H_2SO_4 ber pH 3) dan air gambut di suhu ruang relatif kecil <1%. Namun pada pelat 3 yang direndam di kondisi simulasi asam (H_2SO_4 ber pH 3) menunjukkan bahwa perubahan volume bernilai negatif. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel mengalami penurunan berat setelah direndam. Hasil analisis Imbernon *et al.* (2015) menggunakan alat H-NMR menyatakan bahwa karet yang telah direndam dalam suatu pelarut mengalami kerusakan struktur molekulnya, sehingga secara fisik

tampak sebagian karet terlarut dalam pelarut dan menyebabkan beratnya berkurang. Hasil ini menunjukkan bahwa pelat 3 memiliki ketahanan yang kurang baik pada lingkungan asam di suhu ruang. Namun, nilai penurunan tersebut relatif kecil kurang dari 10% sehingga dapat dianggap tidak mengalami perbedaan dengan kedua pelat lainnya. Selain itu, saat direndam pada air gambut dan kondisi simulasi asam (H_2SO_4 ber pH 3) dengan kondisi suhu 70°C pelat 3 menunjukkan hasil yang positif. Sehingga pelat 3 dinilai masih layak untuk digunakan pada pembuatan prototipe sekat kanal di lapangan dan hasil produksi masal pelat dianggap seragam pada sifat ketahanan pada lingkungan asam gambut.

Ketahanan vulkanisat pada larutan tampak pada seberapa besar vulkanisat mengembang dalam larutan (Lawandy *et al.*, 1993; Mathew *et al.*, 2006). Pada kondisi perendaman suasana asam air gambut dan simulasi (H_2SO_4 ber pH 3) pada suhu 70°C memiliki nilai pengembangan volume yang lebih besar dibanding pada suhu ruang. Namun nilai pengembangannya relatif kecil, masih berkisar 1%. Kecilnya volume pengembangannya menunjukkan bahwa baiknya ikatan antara matriks dan pengisi komposit (Ahmed *et al.*, 2012) dan vulkanisat memiliki usaha perlawanan untuk menahan agar tidak larut dalam bobot molekular terendah larutan dan dorongan elastis yang dapat meningkatkan penyerapan larutan (Van Duin & Dickland, 2007). Pada dua kondisi pengujian (suhu ruang dan 70°C) menunjukkan bahwa kondisi dua perendaman tidak terlalu berbeda. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi simulasi yang dilakukan mendekati kondisi real di lapangan.

Tabel 3. Ketahanan vulkanisat sekat kanal terhadap asam H_2SO_4 pH 3 dan air gambut
Table 3. Canal blocking vulcanizate resilience on acid H_2SO_4 pH 3 and peatland water

Kondisi pengujian <i>Treatment condition</i>		Perubahan volume (%) <i>Volume alteration</i>		
Suhu <i>Temperature</i>	Perendam <i>Marinade</i>	Pelat I <i>Plate I</i>	Pelat II <i>Plate II</i>	Pelat III <i>Plate III</i>
Suhu ruang 70°C	H_2SO_4 ber pH-3	0,15	0,29	-0,095
		1,001	1,027	1,028
Suhu ruang 70°C	Air gambut ber pH 3,21	0,241	0,180	0,297
		1,291	1,423	1,283

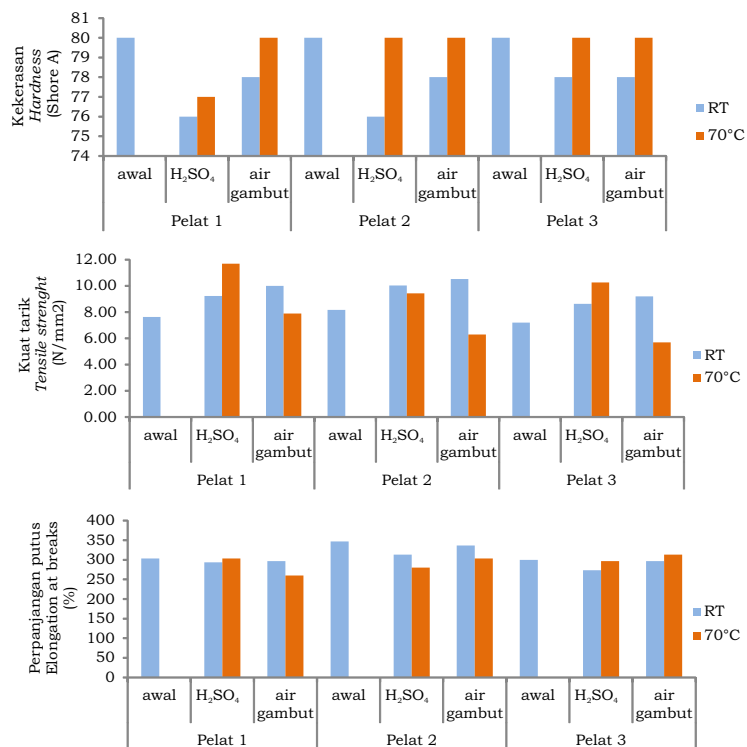
Ketahanan vulkanisat sekat kanal terhadap asam diketahui pula dari kestabilan sifat mekanis vulkanisatnya setelah direndam pada asam sulfat pH 3 dan air gambut. Sifat mekanik tersebut sangat bergantung pada perubahan ikatan silangnya, yang tampak pada hasil pengujian *swelling* atau pengembangan volume vulkanisat (Ramesan, 2005). Perubahan sifat mekanis vulkanisat karet setelah perendaman disajikan pada Gambar 4. Kekerasan pada masing-masing kompon menunjukkan penurunan kekerasan setelah direndam pada larutan asam pH 3 dan air gambut, namun penurunan kekerasan vulkanisat sekat kanal tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

Nilai kekerasan yang semakin menurun menunjukkan bahwa *thermal ageing* dan perendaman merusak ikatan silang karet dengan bahan pengisi (Arayaprane & Rempel, 2007), sehingga karet lebih mudah diregangkan, yang tampak dari nilai kuat tarik yang semakin meningkat setelah direndam. Pada kondisi suhu 70°C ketiga sifat menunjukkan

perubahan yang juga tidak terlalu berarti, hal ini menunjukkan bahwa komposit karet alam tahan pada kondisi perendaman yang lama.

Setelah diuji mutunya, maka pelat-pelat komposit sekat kanal dirangkai sesuai SOP pembangunan sekat kanal. Adapun bangunan sekat kanal di lapangan disajikan pada Gambar 5. Kestabilan mutu komposit karet sekat kanal di lapangan diketahui dengan cara merendam komposit karet alam pada air gambut di demplot, dimana komposit terendam dan terpapar sinar matahari. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Gambar 6.

Pada hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan sifat mekanik yang terlalu berarti. Kekerasan vulkanisat cenderung tidak berubah setelah perendaman, sedangkan perpanjangan putus dan kuat tarik mengalami penurunan sebesar 17% dan 22% setelah perendaman selama 1 bulan. Nilai ini juga hampir sama dengan hasil pengujian perubahan sifat fisika vulkanisat yang direndam pada suhu

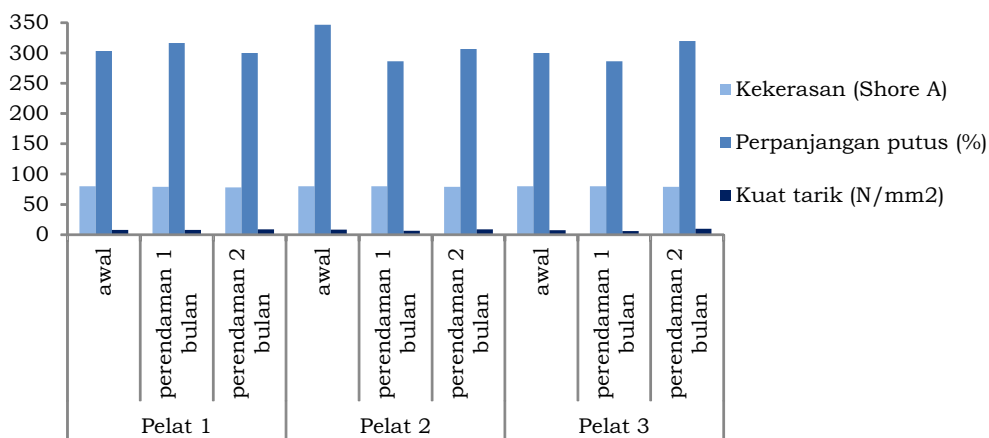


Gambar 4. Perubahan sifat fisik vulkanisat sekat kanal setelah perendaman dalam lingkungan asam pada suhu kamar (RT) dan 70°C

Figure 4. Physical properties alteration of natural rubber based sekat kanal vulcanizate after soaking in the acid environment on room temperature (RT) and 70°C



Gambar 5. Sekat kanal berbasis komposit karet alam di lapangan
 Figure 5. Natural rubber composite based sekat kanal at field



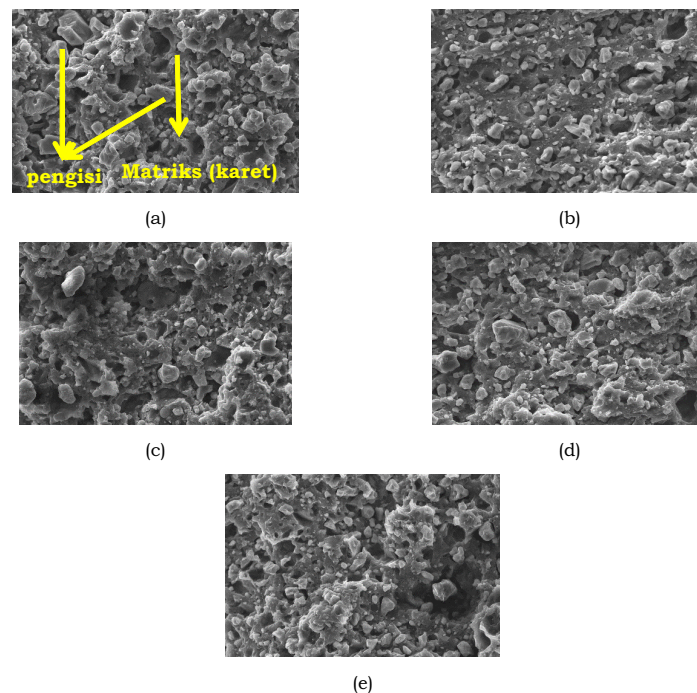
Gambar 6. Perubahan sifat mekanik vulkanisat sekat kanal setelah perendaman dalam air gambut selama 2 bulan

Figure 6. Mechanical properties alteration of natural rubber based sekat kanal vulcanizate after soaking in acid environment during 2 month

70°C selama 72 jam pada larutan air gambut. Hasil ini menunjukkan bahwasanya pengujian di laboratorium dengan kondisi dipercepat, menggunakan suhu 70°C dalam air gambut mampu memprediksi perubahan sifat vulkanisat selama 1 bulan ke depan dengan kondisi pemaparan di lingkungan asam gambut. Pada kondisi asam tersimulasi menggunakan larutan H₂SO₄ pH 3 pada kondisi suhu 70°C selama 72 jam menunjukkan hasil yang kurang sesuai dengan hasil pengujian di lapangan. Hasil ini menunjukkan bahwasanya kondisi simulasi kurang mampu mewakili kondisi di lapangan. Hasil perubahan sifat fisika setelah 2 bulan pengujian menunjukkan bahwasanya kekerasan, kuat tarik, dan perpanjangan putus karet tidak berubah secara signifikan dibanding setelah direndam 1 bulan.

Uji Karakteristik Morfologi Komposit Sekat Kanal Berbasis Karet Alam

Hasil pengujian morfologi komposit karet alam disajikan pada Gambar 7. Hasil pengujian menunjukkan bahwasannya perendaman pada lingkungan asam merusak ikatan antara matriks dan partikulat, baik pada pengujian laboratorium (suhu ruang dan suhu 70°C) serta perendaman di lingkungan. Penampakan morfologi (Gambar 7 c dan d) tersebut semakin mempertegas bahwasannya kondisi pengujian di laboratorium menggunakan bahan perendam sampel air gambut dengan kondisi pengujian suhu 70°C selama 72 jam mampu memprediksi perubahan morfologi dan sifat fisika komposit di lapangan selama 1 bulan, dimana penampakan morfologi keduanya terlihat hampir sama. Selain itu, perubahan morfologi komposit setelah



Gambar 7. SEM mikrograf vulkanisat sekat kanal (perbesaran 1.000 kali) setelah perendaman dalam (a) asam sulfat ber-pH 3 pada suhu ruang selama 70 jam (b) asam sulfat ber-pH 3 pada suhu 70°C selama 72 jam (c) air gambut ber-pH 3,21 pada suhu 70°C selama 72 jam (d) air gambut di lokasi selama 1 bulan (e) air gambut di lokasi selama 2 bulan

Figure 7. SEM micrograph of canal blocking vulcanizate (1000x magnification) after immersion in (a) sulfate acid pH 3 in room temperature during 70 hours (b) sulfate acid pH 3 in 70°C during 72 hours (c) peatland water pH 3,21 in 70°C during 72 hours (d) peatland water at location during 1 month (e) peatland water at location during 2 months

direndam selama 2 bulan di lapangan (Gambar 7e) juga menunjukkan bahwa ikatan matriks karet dan partikulat semakin kecil, dimana banyak terlihat matriks karet yang kosong dan jarak antara partikulat dan karet makin lebar.

KESIMPULAN

Sifat fisika sekat kanal menunjukkan bahwasanya produksi massal komposit stabil dan tidak mempengaruhi mutu komposit sekat kanal. Pengujian kestabilan sifat fisika komposit pada lingkungan asam di laboratorium dengan perendaman di dalam air gambut, suhu 70°C selama 72 jam mampu memprediksi perubahan sifat fisika vulkanisat setelah 1 bulan dibangun di lapangan (terpapar sinar matahari dan terendam air gambut). Kestabilan komposit karet alam dalam lingkungan asam selama 2 bulan mengalami penurunan, dimana sifat fisika vulkanisat menurun sekitar 20%.

Penurunan tersebut diakibatkan menurunnya ikatan antara matriks karet dan partikulat-pengisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arayapanee, W., & Rempel, G.L. (2007). A comparative study of the cure characteristics, processability, mechanical properties, ageing, and morphology of rice husk ash, silica and carbon black filled 75 : 25 NR/EPDM blends. *Journal of Applied Polymer Science*, 109, 932–941. Doi: 10.1002/app.28111.
- Ahmed K., Nizami, S.S., Raza N.Z., & Mamood, K. (2012). Mechanical, swelling, and thermal aging properties of marble sludge-natural rubber composites. *International Journal of Industrial Chemistry*, 3, 21. Doi: 10.1186/2228-5547-3-21.

- Boer, R., Sulistyowati, Las, I., Zed, F., Masripatin, N., Kartakusuma, D.A., Hilman, D., & Mulyanto, H.S. (2009). *Summary for policy makers: Indonesia second national communication under The United Nations framework convention on climate change (UNFCCC)*. Jakarta, Indonesia: Ministry of Forestry.
- Gu, H., & Itoh, Y. (2011). Aging behaviors of natural rubber in isolation bearings. *Advanced Materials Research*, 163-167, 3343-3347. Doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.163-167.3343.
- Hooijer, A., Page, S., Canadell, J.G., Silvius, M., Kwadijk, J., Wösten, H., & Jauhiainen, J. (2010). Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7, 1505–1514. Doi: 10.5194/bg-7-1505-2010.
- Imbernon, L., Oikonomou, E.K., Norvez, S., & Leibler, L. (2015). Chemically crosslinked yet reprocessable epoxidized natural rubber via thermo-activated disulfide rearrangement. *Polymer Chemistry*, 6, 4271-4278. Doi: 10.1039/C5PY00459D.
- Kinasih, N.A., Cifriadi, A., & Wijaya, T. (2018). Karakterisasi sifat fisik dan ketahanan terhadap lingkungan asam lahan gambut pada material sekat kanal berbasis komposit karet alam. *Jurnal Penelitian Karet*, 36(1), 51-64. Doi: 10.22302.ppk.jpk.v35i2.415
- Kselik, R.A.L., Smilde, K.W., Ritzema, H.P., Subagyo, K., Saragih, S., Damanik, M., & Suwardjo, H. (1993). Integrated research on water management, soil fertility and cropping systems on acid sulphate soils in South Kalimantan, Indonesia. *Proceeding of Ho Chi Minh City Symposium on acid sulphate soils* (pp. 177-194). Ho Chi Minh City, Vietnam: IILRI Publication.
- Lawandy, S.N., Botros, S.H., & Mounir, A. (1993). Effect of vulcanizing agent concentration on the swelling behavior of chloroprene rubber under compression strain. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 32(3), 223-235. Doi: 10.1080/03602559308019229.
- Mathew, S., Brahmakumar, M., & Abraham, T.E. (2006). Microstructural imaging and characterization of the mechanical, chemical, thermal, and swelling properties of starch-chitosan blend films. *Biopolymers*, 82(2), 176–187. Doi: 10.1002/bip.20480.
- Napitupulu, S.M., & Mudiantoro, B. (2015). Pengelolaan sumber daya air pada lahan gambut yang berkelanjutan. *1st Annual Civil Engineering Seminar 2015*. Pekanbaru, Indonesia: Universitas Riau.
- Ramesan, M.T. (2005). The effects of filler content on cure and mechanical properties of dichlorocarbene modified styrene butadiene rubber/carbon black composites. *Journal of Polymer Research*, 11, 333–340. Doi: 10.1007/s10965-005-6571-y.
- Ritzema, H., Limin, S., Kusin, K., Jaunianen, J., & Wösten, H. (2014). Canal blocking strategies for hydrological restoration of degraded tropical peatlands in central Kalimantan, Indonesia. *Catena*, 114, 11-20. Doi: 10.1016/j.catena.2013.10.009.
- Sulistiyanto, Y., Vasander, H., Jauhiainen, J., Rieley, J.O., & Limin, S.H. (2008). Nutrient content of rainfall, water in canal and water at different depths in peatland in central Kalimantan, Indonesia. In J.H.M. Wösten, J.O. Rieley & S.E. Page (Ed.). *Restoration of tropical peatlands*. Wageningen, Netherland: Alterra - Wageningen University and Research Centre, and the EU INCO - RESTORPEAT Partnership.
- Van Duin, M., & Dikland, H. (2007). A chemical modification approach for improving the oil resistance of ethylene propylene copolymer. *Polymer Degradation and Stability*, 92, 2287-2293. Doi: 10.1016.j.polymdegradstab.2007.04.018.