



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
Jalan: Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo  
Telepon: (0435) 821125 Faksimile: (0435) 821752  
Laman: [www.ung.ac.id](http://www.ung.ac.id)

---

KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
NOMOR 271/UN47/HK.02/2020

TENTANG

PENETAPAN DOSEN PENERIMA PENDANAAN PENELITIAN TAHUN 2020  
YANG DIBIAYAI OLEH DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT  
TAHUN ANGGARAN 2020

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO,

Menimbang : a. bahwa berdasarkan surat Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Nomor B/200/UN47.D1/HK.02/2020 tanggal 28 Februari 2020, maka perlu menetapkan dosen penerima pendanaan penelitian tahun 2020 yang dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) tahun anggaran 2020;  
b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menerbitkan Keputusan Rektor tentang Penetapan Dosen Penerima Pendanaan Penelitian Tahun 2020 Yang Dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Tahun Anggaran 2020.

Mengingat : 1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);  
2. Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 266, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5599);  
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2005 tentang Alih Teknologi Kekayaan Intelektual Serta Hasil Penelitian dan Pengembangan oleh Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian dan Pengembangan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 43, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4497)

4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 tentang Dosen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 76, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5007);
5. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5500);
6. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2004 tentang Perubahan IKIP Gorontalo menjadi Universitas Negeri Gorontalo;
7. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 11 tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Gorontalo (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 605);
8. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2017 tentang Statuta Universitas Negeri Gorontalo (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 1919);
9. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 47);
10. Keputusan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 131/KMK.05/2009 tentang Penetapan Universitas Negeri Gorontalo pada Departemen Pendidikan Nasional Sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum (PK-BLU);
11. Keputusan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 32029/M/KP/2019 tentang Pengangkatan Rektor Universitas Negeri Gorontalo Periode Tahun 2019 - 2023.

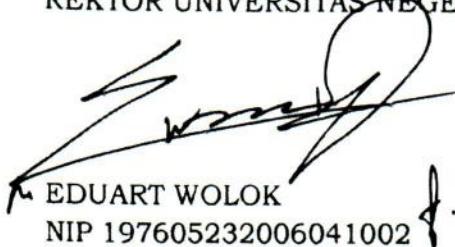
**MEMUTUSKAN:**

- Menetapkan** : KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO TENTANG PENETAPAN DOSEN PENERIMA PENDANAAN PENELITIAN TAHUN 2020 YANG DIBIAYAI OLEH DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT TAHUN ANGGARAN 2020.
- KESATU** : Menetapkan dosen penerima pendanaan penelitian tahun 2020 yang dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) tahun anggaran 2020, yang tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Rektor ini;

- KEDUA : Biaya yang timbul sehubungan dengan surat keputusan ini dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu;
- KETIGA : Keputusan Rektor ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Gorontalo  
pada tanggal 4 Maret 2020

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO,



EDUART WOLOK  
NIP 197605232006041002

**LAMPIRAN I**  
**KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**  
**NOMOR 27/UN47/HK.02/2020**  
**TANGGAL 7 MARET 2020**  
**PENETAPAN DOSEN PENERIMA PENDANAAN PENELITIAN**  
**TAHUN 2020 YANG DIBIAYAI OLEH DIREKTORAT RISET**  
**DAN PENGABDIAN MASYARAKAT TAHUN ANGGARAN 2020**

**Dafiar Dosen Penerima Pendanaan Penelitian dan Dana Luaran Tambahan Tahun 2020 yang dibiayai oleh DRPM Kementristek/Brin Tahun Anggaran 2020.**

NO	SKEMA	NAMA	JUDUL	STATUS USULAN	DIDANAI (Rp)	DANA LUARAN TAMBAHAN (Rp)
1	Penelitian Tesis Magister	1. Dr. Abdul Haris Odja, S.Pd, M.Pd 2. Prof. Dr. Mursalin M.Si	Pengembangan Pembelajaran Blended Learning Berbantuan Media Sosial untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah Peserta Didik	baru	Rp. 39.955.000 (100%)	-
2	Penelitian Tesis Magister	1. Prof. Dr. Mursalin, M.Si 2. Dr. Abdul Haris Odja S.Pd, M.Pd	Pengembangan Pembelajaran Berbasis Edmodo untuk Mereduksi Miskonsepsi Peserta Didik pada Konsep Fisika	baru	Rp. 39.950.000 (100%)	-
3	Penelitian Dasar	1. Prof. Dr. Phil Ikhfan Haris, M.Sc 2. Citron S. Payu S.Pd.,M.Pd 3. Dr. Trisnawaty Junus Buhungo, M.Pd	Desain Konseptual Instrumen Penilaian Pembelajaran Untuk Pengukuran Keterampilan Siswa Dalam Pemecahan Masalah Kolaborasi (Collaborative Problem Solving)	baru	Rp. 229.240.000 (100%)	Rp. 15.000.000

4	PDUPT	1. Lanto Ningrayati Amali, S.Kom., M.Kom., Ph.D 2. Sitti Suhada, S.Kom.,M.T 3. Muhammad Rifai KATILI M.Kom.,Ph.D	Formulasi dan Penerapan Tata Kelola Ti Di Pemerintahan Gorontalo	Evaluasi baru	Rp. 77.655.000 (100%)
5	PTUPT	1. Mukhlisulfatih Latief, S.Kom, MT 2. Edi Setiawan, S.Kom, M.Kom 3. Mohammad Syafri Tuloli, S.T.,M.T	Pengembangan Konten Multimedia Tradisional Anak Daerah Gorontalo Sebagai Upaya Untuk Pengenalan dan Pelestarian Budaya Daerah	Konten baru	Rp. 103.020.000 (100%)
6	PDUPT	1. Prof. Dr. Fenty U. Puluhulawa, SH., M.Hum 2. Mohammad Rusdiyanto U. Puluhula, SH.,M.Hum	Kebijakan Pengelolaan Sampah Plastik (Pendekatan Hukum dan Sosial)	Evaluasi baru	Rp. 302.980.000 (100%)
7	Penelitian Terapan	1. Dr. Nova Elyssia Ntobuo, S.Pd, M.Pd 2. Lanto Ningrayati Amali, S.Kom, M.Kom, Ph.D 3. Dr. Ritin Ujoli S.Pd, M.Pd	Penerapan Model Pembelajaran Kolaboratif Jire Berintegrasi Pendidikan Karakter Berbasis IT pada mata pelajaran Fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) se Propinsi Gorontalo	Evaluasi baru	Rp. 199.090.000 (100%)
8	PTUPT	1. Dr. Elya Nusantari, S.Pd., M.Pd 2. Abubakar Sidik Katili, S.Pd ,M.Sc. 3. Dr. Ramli Utina, M.Pd	Pengembangan Kemampuan Guru Dalam Pembelajaran Berorientasi Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Materi IPA Berkarakter Konservasi Di Sekolah Dasar Wilayah Pesisir	Evaluasi baru	Rp. 100.868.000 (100%)

9	Penelitian Terapan	1. Dr. Rieny Sulistijowati S., S.Pi.,M.Si 2. Dr. Muh. Tahir, S.TP.,M.Si	Validitas Pasteurisasi Sambal Ikan Kayu Cakalang Pada Usaha	Dan lanjutan	Rp. 114.270.000 (100%)
10	PTUPT	1. Wrastawa Ridwan, S.T.,M.T 2. Ifan Wiranto, S.T.,S.T 3. Rahmat Deddy Rianto Dako, ST.,M.Eng	Perancangan Computerized Adaptive Test (CAT) Menggunakan Algoritma Logika Fuzzy untuk Penilaian Capaian Pembelajaran Mahasiswa	lanjutan	Rp. 96.380.000 (100%)
11	Penelitian Dasar	1. Dr. rer.nat Mohamad Jahja, S.Si, M.Si 2. Rifadli Bahsuan, S.T.,M.T 3. Dr. Sc. Yaya Indriati Arifin, S.Pd.,M.Si	Prototipe Rumah efisien energi beratap seng: Studi kasus di Gorontalo dengan menggunakan Building Energy Optimization with Energy plus.	lanjutan	Rp. 110.544.000 (100%)
12	PDUPT	1. Citra Panigoro, S.T., M.Si 2. Dr. Juliana S.Pi, M.P 3. Ir. Yuniarini Koniyoo, M.P	Penggunaan Ekstrak Daun Binahong (Anredera Cordifolia) Sebagai Antibakteri Ramah Lingkungan Terhadap Infeksi Ektoparasit Aeromonas Hydrophila Pada Budidaya Ikan Air Tawar	lanjutan	Rp. 108.665.000 (100%)
13	PDUPT	1. Dr. Eduart Wolok, S.T., M.T. 2. Buyung Rahmad Machmoed, S.T 3. Idham Halid Lahay, S.T., M.T	Sintesis dan Karakterisasi Komposit Serat Alam - Reinforced Serat Kapuk Sebagai Material Adsorber Ion Logam Berat	lanjutan	Rp. 158.993.000 (100%)
14	PDUPT	1. Dr. Lukman A.R. Laliyo, S.Pd, M.Pd 2. Raflin Hinelo, S.Pd, M.Si	Karakteristik Sosial Budaya dan Tantangan Pemecahan Masalah Disparitas Mutu dan	Lanjutan	Rp. 354.398.000 (100%)

(13)

		3. Mohamad Jahja, S.Si., Ph.D	Keberlanjutan Pembelajaran Berbasis Kreatifitas Berpikir Transdisipliner		
15	PDUPT	1. Prof. Dr. H. Mohamad Karmin Baruadi, M.Hum 2. SYAHRIZAL KOEM S.Pd, M.Si 3. Dr FORY ARMIN NAWAI M.Pd 4. Novriyanto Napu S.Pd, M.App.Ling, Ph.D	POTENSI WISATA BERDASARKAN PENDEKATAN FOLKLORE SEBAGAI PENUNJANG PEMBELAJARAN MUATAN LOKAL DI KABUPATEN GORONTALO	Lanjutan	Rp. 182.105.000 (100%)
16	PDUPT	1. Dra. Nurhayati Bialangi, M.Si 2. Dr. Yuszda K Salimi, S.Si, M.Si 3. Mohammad Adam Mustapa, S.Si.,M.Sc.	Formulasi Senyawa Steroid Tumbuhan Peperomia Pellucida L. Kunth dan Sambiloto Sebagai Antimalaria	Lanjutan	Rp. 237.509.000 (100%)
17	PDUPT	1. Nursiyya Bito, S.Pd, M.Pd 2. Drs. Sumarno Ismail M.Pd 3. Rahmat Deddy Rianto Dako, ST.,M.Eng	Rancangan Aplikasi Multimedia Interaktif Pembelajaran Matematika Berbasis IT sebagai Upaya Penguanan Karakter Anak SMP di Propinsi Gorontalo	Lanjutan	Rp. 197.528.000 (100%)
18	Penelitian Pengembangan	1. Prof. Dr. Ani M. Hasan, M.Pd 2. Lisna Ahmad, S.TP 3. Dr. Amir Halid, S.E.,M.Si 4. Hasdiana M.Sn	Diversifikasi Produk Olahan Jagung dalam Meningkatkan Kesejahteraan yang Berkelanjutan bagi Masyarakat di Propinsi Gorontalo	Lanjutan	Rp. 422.708.000 (100%)

19	Penelitian Terapan	1. Dr. Mohamad Lihawa, S.P, M.P 2. Dr. Ir. Zulzain Ilahude M.P 3. Frangky Tupamahu, S.ST, S.ST, M.T	Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar Deteksi Dini Hama dan Penyakit Tanaman Jagung	Lanjutan Rp. 136.283.000 (100%)
20	PTUPT	1. Amirudin Yunus Dako, S.T, M.Eng 2. Yowan Tamu, S.Ag.,MA	Rancang Sistem Wisata Kalender Musim Gorontalo	Bangun Prototipe Destinasi Budaya Berbasis Kalender Musim Gorontalo
21	PTUPT	1. Dr. Weny J.A. Musa, M.Si 2. Suleman Duengo, S.Pd, M.Si 3. Dr. Chairunnisah JL, M.Si	Struktur dan Aktifitas Senyawa Bioinsektisida dari Tanaman TOTU asal Gorontalo	Lanjutan Rp. 209.028.000 (100%)

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO,



EDUART WOLOK  
NIP 197605232006041002

**LAMPIRAN II**  
**KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**  
**NOMOR 27/UN47/HK.02/2020**  
**TANGGAL 7 MARET 2020**  
**PENETAPAN DOSEN PENERIMA PENDANAAN PENELITIAN**  
**TAHUN 2020 YANG DIBIAYAI OLEH DIREKTORAT RISET**  
**DAN PENGABDIAN MASYARAKAT TAHUN ANGGARAN 2020**

Daftar Dosen Penerimaan Pendanaan Pengabdian Masyarakat Tahun 2020 yang dibiayai oleh DRPM Kementristek/Brin Tahun Anggaran 2020.

NO	SKEMA	NAMA	JUDUL	STATUS USULAN	DIDANAI (Rp)
1	KKN-PPM	1. Dewa Gede Eka Setiawan, S.Pd., M.Sc. 2. Sri Nuryatin Hamzah, M.Si	Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pesisir Danau Limboto Melalui Pengolahan Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Menjadi Produk Unggulan KKN-PPM	baru	Rp. 43.700.000 (100%) Rp. 30.590.000 (70%) Rp. 13.110.000 (30%)
2	KKN-PPM	1. Wiwin Rewini Kunusa, S.Pd., M.Si 2. Hendri Iyabu, M.Si	Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengolahan Limbah Organik Dan Anorganik Di Desa Pangi Kecamatan Dulupi Kabupaten Boalemo	baru	Rp. 45.900.000 (100%) Rp. 32.130.000 (70%) Rp. 13.770.000 (30%)
3	KKN-PPM	1. Dr. Yuszda K. Salimi, S.Si, M.Si 2. Julhilm S. Tangio, S.Pd.,M.Pd 3. Yuliyanty Kadir, S.T, M.T	Pemberdayaan Masyarakat Di Kelurahan Kayubulan Dalam Upaya Penyelamatan Danau Limboto Melalui Implementasi Teknologi Pengolahan Enceng Gondok Dan Sedimen	baru	Rp. 42.200.000 (100%) Rp. 29.540.000 (70%) Rp. 12.660.000 (30%)
4	PKM	1. Mukhlisulfath Latief, S.Kom, MT 2. Lanto Miriatin Amali, S.Sos, M.Si 3. Mohammad Syafri Tuloli, S.T.,M.T	Optimalisasi Penjualan Produk Dan Manajemen Keuangan Melalui Pengelolaan Akuntansi Dan Website Penjualan Online Pada Usaha Permen Tradisional "Soba Padu"	baru	Rp. 33.500.000 (100%) Rp. 23.450.000 (70%) Rp. 10.050.000 (30%)

5	PPDM	1. Dr. Muhammad Sayuti M., S.Pt., M.Si. 2. drh. Tri Ananda Erwin Nugroho, S.K.H, M.Sc. 3. Fahrul Ilham, S.Pt, M.Si	PPDM Pada Kelompok Tani Ternak Di Desa Timbuolo Tengah Kecamatan Botupingge Kabupaten Bone Bolango Gorontalo	lanjutan	Rp. 100.000.000 (100%) Rp. 70.000.000 (70%) Rp. 30.000.000 (30%)
6	PPDM	1. Nurdin, S.P, M.Si 2. Fitriah Suryani Jamin, SP, M.Si 3. Amelia Murtisari, SP.,M.Sc 4. Siswatiiana Rahim Taha, S.Pt, M.Si	PPDM Pengelola Unit Pengolahan Pupuk Organik (Uppo) Desa Bualo Kecamatan Paguyaman Kabupaten Boalemo	lanjutan	Rp. 149.300.000 (100%) Rp. 104.510.000 (70%) Rp. 44.790.000 (30%)
7	PPDM	1. Syafrianto Dako, S.Pt., M.Si 2. Dr. Netty Ino Ischak, M.Kes 3. Ir. Nibras Karnain Laya, M.P Alecto).	Pengembangan Desa Olibuu Sebagai Desa Konservasi Satwa Kelelawar Endemik Sulawesi (Acerodon Celebensis Dan Pteropus Alecto).	lanjutan	Rp. 116.400.000 (100%) Rp. 81.480.000 (70%) Rp. 34.920.000 (30%)
8	PPDM	1. Tineke Wolok, S.T., M.M. 2. Dr. Ismet Sulila, S.E., M.Si 3. Weny Almoravid Dungga, S.H., M.H	PPDM Masyarakat Pesisir Danau Limboto Melalui Pelestarian Lingkungan Dan Permanfaatan Eceng Gondok Sebagai Produk Kerajinan Unggulan Desa Wisata Lingkungan Iluta Provinsi Gorontalo	lanjutan	Rp. 147.700.000 (100%) Rp. 103.390.000 (70%) Rp. 44.310.000 (30%)

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO,



EDUARD WOLOK  
NIP 197605232006041002

**LAPORAN AKHIR TAHUN**

**PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**REKAYASA KOMPOSIT SERAT ALAM – *REINFORCED SERAT KAPUK* SEBAGAI  
MATERIAL ADSORBER ION LOGAM BERAT**

Tahun ke-3 dari rencana 3 tahun

**TIM PENGUSUL**  
**Eduart Wolok, ST, MT NIDN 0023057605**  
**Idham H. Lahay, ST., M.Sc NIDN 0022107405**  
**Buyung Rahmad Machmoed, ST, M.Eng NIDN 0019107609**

**UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**  
**DESEMBER 2020**

## RINGKASAN

Penelitian serat alam dalam dunia industry dan teknik telah mulai dilaksanakan beberapa tahun terakhir. Serat alam sangat menjanjikan untuk diteliti, selain murah dan mudah diperoleh, serat alam juga memiliki manfaat dan *applicable* sesuai dengan tingkat rekayasa yang dilakukan. Serat alam pada penelitian terakhir ini terbagi menjadi dua bagian yaitu serat kapuk dan serat sabut kelapa. Serat kapuk merupakan material alam yang dapat diperbaui dengan *lumen* yang besar dan memiliki sifat hidrofobik dan dapat digunakan sebagai sorbent pada minyak. Serat kapuk merupakan serat berongga alami dengan lapisan tipis dan rongga besar yang digunakan sebagai adsorben untuk ion logam berat. Serat kapuk memiliki sifat yang unik dan dengan sifat tersebut memungkinkan banyak pemanfaatan baru yang dapat dikembangkan. Serat kapuk dapat dimanfaatkan sebagai material adsorban baik untuk logam berat, minyak, maupun suara. Selain serat kapuk, serat sabut kelapa dan eceng gondok juga memiliki sifat mekanikal. Salah satu cara meningkatkan sifat fisika dan kimia serat adalah dengan cara merendam serat baik serat kapuk, maupun serat sabut kelapa dalam suatu pelarut untuk menghilangkan senyawa non-selulosa. Penelitian tahun ke-3 ini memiliki tujuan menganalisa kekuatan tarik dan termal komposit serat kapuk serta menganalisa kapasitas adsorben terhadap logam berat. Pada penelitian ini, untuk meningkatkan sifat serat, dilakukan perendaman dengan pelarut NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup> dengan konsentrasi NaClO<sup>(1)</sup> masing-masing sebesar 0, 1, 2, 3, 4, dan 5%. Perendaman serat kapuk dalam larutan NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup> mampu merubah sifat serat dari bersifat hidrofobik menjadi bersifat hidrofilik. Perubahan sifat disebabkan karena berubahnya struktur gugus fungsi pada senyawa organik dari serat, seperti lignin, pectin, wax dan senyawa non-selulosa lainnya yang membawa sifat hidrofobik.

Dalam penggunaannya, serat kapuk memerlukan material lain untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan panasnya. Oleh karena itu, dibuat komposit serat kapuk dengan serat sabut kelapa dan serat sintesis sebagai penguatnya. Setelah dilakukan pengujian tarik, komposit paling kuat adalah komposit serat kapuk yang ditreatment dengan pelarut 3% NaClO yakni sebesar 36,3 Mpa dengan persen elongasi sebesar 15%. Komposit serat kapuk juga diuji kapasitas adsorbsinya. Dari data penelitian, diperoleh kapasitas adsorpsi tertinggi pada konsentrasi 5% Kapuk treated NaClO pada semua larutan garam logam berat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaClO sebagai pelarut oksidasi serat alam, maka kapasitas adsorbsinya semakin meningkat.

Luaran penelitian ini adalah artikel ilmiah yang terbit di jurnal internasional bereputasi (telah terbit/publish), artikel ilmiah yang terbit di jurnal internasional bereputasi (proses revisi ke-2), artikel ilmiah di jurnal nasional (dalam proses), Pembuatan produk (telah jadi), HKI berupa paten sederhana (dalam proses pengajuan). Adapun TKT penelitian ini pada tingkat 4.

Kata kunci: NaClO, Komposit, Logam berat, kapasitas adsorpsi, serat kapuk

## PRAKATA

Puji syukur kepada Allah Azza wa Jalla yang telah memberikan kesempatan kepada kami hingga hampir menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini merupakan penelitian tahun terakhir dari tiga tahun yang telah direncanakan. Kami menyelesaikan penelitian ini bukan tanpa kendala, namun dengan adanya kendala dan tantangan itulah yang membuat kami semakin tertantang untuk melaksanakan penelitian ini. Pada penelitian di tahun terakhir ini kami melakukan berbagai macam karakterisasi dan pengujian khususnya pengujian mekanik dan adsorben logam berat. Selama beberapa bulan melakukan kegiatan penelitian, kami berupaya untuk melakukan semua kegiatan penelitian sesuai dengan prosedur dan menggunakan referensi yang dapat dipertanggungjawabkan, sehingga hasil yang kami peroleh dari penelitian yang telah kami lakukan menurut kami dapat dipertanggungjawabkan.

Sebagai penelitian terakhir, kami fokus pada dua material utama dari serat alam yaitu serat kapuk dan serat sabut kelapa. Serta menggunakan serat sintesis untuk keperluan industry dan untuk meningkatkan kekuatan mekanik. Alasan utama yang mendorong kami melakukan penelitian ini karena melimpahnya serat alam seperti kapuk dan sabut kelapa. Dengan tujuan menguji kemampuan adsorbs pada logam berat, kami berharap kedepan serat alam dapat dikembangkan dan dimanfaatkan secara efektif.

Tak lupa juga kami mengucapkan terima kasih banyak atas bantuan pemerintah yang memberikan bantuan berupa dana penelitian, teman-teman sesama peneliti yang saling membantu, adik-adik mahasiswa yang membantu menyediakan bahan mentah, dan pihak-pihak terkait lainnya sehingga kami dapat menyelesaikan 100% dari alur penelitian dan sekarang dalam proses revisi jurnal internasional, dalam proses persiapan pelaksanaan seminar, dan dalam proses pengajuan paten sederhana.

Penulis

## DAFTAR ISI

### Contents

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>2</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>4</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>5</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>7</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>8</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>9</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>10</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Penelitian Terdahulu .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Road Map Penelitian.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Dasar Teori.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.1 Serat .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2 Serat Kapuk.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.3 Serat Sabut Kelapa.....</b>	<b>22</b>
<b>BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Tujuan.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>23</b>
<b>BAB 4. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Bahan Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.1 Diagram Alir Penelitian.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.2 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 Karakterisasi dan Pengujian.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.1 Karakterisasi Serat .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.2 Pengujian Serat .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4 Indikator Capaian.....</b>	<b>28</b>
<b>BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....</b>	<b>31</b>
<b>5.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1.1 Serat Kapuk.....</b>	<b>31</b>

<b>BAB 6. LUARAN .....</b>	48
<b>BAB 7. PENUTUP .....</b>	49
<b>7.1 Kesimpulan.....</b>	49
<b>7.2 Saran.....</b>	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	50
<b>LAMPIRAN .....</b>	54
<b>Artikel Ilmiah Internasional Bereputasi .....</b>	54

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Skema Penelitian Terdahulu dan Rencana Penelitian.....	13
Tabel 2. Indikator capaian pada penelitian Tahun ke-3 .....	28
Tabel 3. Nama dan tugas setiap anggota peneliti Tahun ke-3 .....	29
Tabel 4. Kapasitas Adsorpsi pada Serat Kapuk pada Ion Logam $Pb^{2+}$ .....	40
Tabel 5. Kapasitas Adsorpsi Serat Kapuk pada Ion logam $Cu^{2+}$ .....	41
Tabel 6. Kapasitas Adsorpsi serat kapuk pada Ion Logam Ni+.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagan skematik penelitian terdahulu dan rencana penelitian tahun ke-2 dan 3 .....	21
Gambar 2. Skematik prosedur kerja penelitian Tahun ke-3 .....	25
Gambar 3. Alat uji FTIR .....	27
Gambar 4. Alat Uji Mikroskop Optik .....	27
Gambar 6. Alat Uji Contact Angle .....	28
Gambar 7. Spektrum FTIR dari serat kapuk treated NaClO dengan berbagai konsentrasi (0, 1, 2, 3, 4, dan 5%) .....	32
Gambar 8. Mikrograf MO dari (a) untreated kapuk, (b) Treated 1% NaClO, (c) Treated 2% NaClO, (d) 3% NaClO, (e) 4% NaClO, dan (f) 5% NaClO .....	33
Gambar 9. Water Droplet pada (a dan b) Untreated Kapuk, (c) Kapuk Treated NaClO(1)-NaOH-NaClO(2).....	34
Gambar 10. Contact angle dari (a) raw kapuk, (b) Kapuk-treated NaClO-NaOH .....	35
Gambar 11. Serapan Air pada (a) Untreated Kapuk, Kapuk Treated (b) 1%, (c) 2%, (d) 3%, (e) 4%, dan (f) 5% NaClO.....	36
Gambar 12. Kurva Thermogravimetric dari Serat Kapuk pada konsentrasi NaClO 0, 1, 2, 3, 4, dan 5% .....	37
Gambar 13. Kurva Kekuatan Tarik Komposit Serat Kapuk berpenguat serat sabut kelapa pada pelbagai konsentrasi.....	39
Gambar 14. Kurva Elongasi Saat Patah Pada Komposit Serat Kapuk berpenguat serat sabut kelapa pada berbagai konsentrasi.....	40
Gambar 15. Kurva perubahan Kapasitas Adsorpsi (q) larutan Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> pada setiap konsentrasi Kapuk Treated NaClO .....	41
Gambar 16. Kurva perubahan Kapasitas Adsorpsi (q) larutan CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O pada setiap konsentrasi Kapuk Treated NaClO .....	42
Gambar 17. Kurva perubahan Kapasitas Adsorpsi (q) larutan NiNO <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O pada setiap konsentrasi Kapuk Treated NaClO .....	43

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Artikel Ilmiah berupa Draft .....	86
-----------------------------------	----

## BAB 1. PENDAHULUAN

Rekayasa terhadap serat alam terus dilakukan di banyak penelitian terdahulu. Hal ini karena jumlah serat alam yang sangat melimpah di alam. Bahkan sebagian serat alam banyak dimanfaatkan dalam dunia industri. Secara umum, serat diartikan sebagai suatu material penguat yang mampu meningkatkan sifat mekanika dan termal material. Pemanfaatan serat alam sebagai penguat polimer thermoset menjadi topic khusus selama beberapa tahun belakangan ini. Istilah “Back to Nature” menjadi sesuatu yang penting di setiap Negara. Oleh sebab itu, banyak penelitian yang mengarah ke serat alam sebagai pengganti serat sintetis untuk pemanfaatan dalam bidang industry, kesehatan, lingkungan, dan keamanan. Di Provinsi Gorontalo khususnya, terdapat berbagai jenis serat alam. Beberapa diantaranya adalah serat kapuk dan serat sabut kelapa.

Pohon Kapuk merupakan pohon tropis yang kebanyak hidup di wilayah tropis. Salah satunya di Indonesia. Gorontalo sebagai salah satu provinsi di Indonesia memiliki banyak Pohon Kapuk yang tumbuh subur, namun masih memiliki tingkat kemanfaatan yang rendah. Pemanfaatan serat kapuk hanya didasarkan pada pemanfaatan secara konvensional, misalnya sebagai bahan baku bantal guling. Namun, karena banyak tersedia bantal busa menyebabkan turunnya minat pembuat bantal guling berbahan dasar kapuk. Serat kapuk merupakan material alam yang dapat diperbaharui dengan *lumen* yang besar dan memiliki sifat hidrofobik dan dapat digunakan sebagai sorbent pada minyak (Wang dkk, 2012). Serat kapuk merupakan serat berongga alami dengan lapisan tipis dan rongga besar yang digunakan sebagai adsorben untuk ion logam berat (Duan dkk, 2013).

Serat kapuk memiliki sifat yang unik dan dengan sifat tersebut memungkinkan banyak pemanfaatan baru yang dapat dikembangkan. Berdasarkan penelitian terdahulu serat kapuk dapat dimanfaatkan sebagai material adsorban baik untuk logam berat, minyak, maupun suara. Wahi dkk (2013) menyebutkan bahwa perilaku peningkatan polusi limbah minyak meningkat dengan adanya ekspansi aktifitas eksplorasi dan produksi minyak. Wahi menambahkan bahwa pemanfaatan sorben serat alam sebagai adsorban untuk mengeluarkan minyak dari limbah merupakan langkah yang tepat mengingat selain memiliki sifat mampu menghilangkan minyak, juga bersifat ramah lingkungan, ketersediaan yang mudah, *feasibility*, dan efektivitas. Alkali treatment mampu merubah sifat hidrofobik serat kapuk menjadi serat baru yang bersifat hidrofilik dan memiliki potensi sebagai bahan alam sorbent minyak karena tingkat adsorpsinya tinggi, strukturnya stabil

dan usabilitas yang tinggi (Abdullah dkk, 2010). Karena memiliki karakteristik hidrofobik-oliofilik, bentuk tabung berongga yang homogen dan densitas yang rendah, maka serat kapuk sering digunakan sebagai serat pengisi pada bantal dan sorben minyak. Hori dkk (2000) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa serat kapuk dapat dijadikan sebagai adsorbent minyak yang sangat baik.

Pemanfaatan kapuk sebagai material adsorben karena bahan ini merupakan material *biodegradable*. Wang dkk (2012) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa serat kapuk yang direndam dalam NaClO<sub>2</sub> dapat meningkatkan sifat adsorbansi terhadap minyak. Perendaman serat kapuk dalam larutan NaClO<sub>2</sub> mampu merubah sifat serat kapuk dari hidrofobik menjadi hidrofilik dimana hampir semua senyawa fenolik terlepas dari serat. Penambahan NaClO<sub>2</sub> memberikan efek positif pada efisiensi adsorbansi kandungan minyak.

Duan dkk (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa modifikasi serat fiber menggunakan asam dietilentriamina pentaasetat (DTPA) dapat digunakan sebagai adsorban pada ion Pb<sup>2+</sup> dan Cd<sup>2+</sup>. Berdasarkan hasil penelitiannya disebutkan bahwa serat kapuk-DTPA mempunyai kapasitas adsorben yang lebih baik jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang pernah dilaporkan khususnya menggunakan serat alam. Wang dkk (2014) menyebutkan bahwa kapasitas adsorpsi menurun dengan menurunnya pH. Aplikasi modifikasi serat kapuk secara kimia dapat dijadikan alternatif apabila ingin menghilangkan kandungan ion logam Pb<sup>2+</sup> pada limbah industri.

Yahya dkk (2013) dalam penelitiannya memanfaatkan serat kapuk sebagai adsorbent logam berat. Yahya menggunakan detergent sebagai pelarut untuk merubah sifat hidrofobik menjadi bersifat hidrofilik. Adapun hasil yang diperoleh yaitu suhu perendaman serat kapuk mempengaruhi daya serap serat kapuk. Semakin tinggi suhu larutan saat pencucian, maka daya adsorpsi serat kapuk semakin baik. Adapun jenis logam berat yang dapat diserap adalah Fe, Al, Cu, Hg, Mg, dan Si. Veerakumar (2012) menyebutkan bahwa komposit serat kapuk/polipropilena dapat digunakan sebagai material penyerap suara. Serat kapuk juga dapat dicampur dengan *thermoplastic cassava starch* (TPCS) untuk menurunkan serapan air pada komposit TPCS/ serat kapuk dan meningkatkan tegangan pada gaya maksimum dan modulus young (Prachayawarakorn dkk, 2013).

Selain serat kapuk, terdapat juga dua jenis serat lainnya yang juga turut menjadi perhatian peneliti yaitu serat sabut kepala dan serat eceng gondok. Telah banyak penelitian tentang serat

sabut kelapa. Zaman dan Beg (2014) dalam penelitian mereka menyebutkan bahwa serat alam merupakan material yang bersifat bersahabat dengan lingkungan, sangat potensial untuk digunakan serta merupakan penguat yang sangat baik dalam matriks polimer. Zaman menambahkan bahwa *treatment* serat sabut kelapa menggunakan *tetramethoxy ortosilicate* (TMOS) setelah *alkali pre-treatment* meningkatkan kompatibilitas dari komposit. Komposit menggunakan serat alam dari sabut kelapa telah dipelajari untuk aplikasi *aerospace* yang potensial (Romli, 2012). Sapuan dkk (2003) dalam penelitian mereka menyebutkan sifat komposit serat alam dipengaruhi oleh beberapa faktor umum seperti *stress – strain* dari fase serat dan matriks, fraksi volume, dan distribusi serta orientasi serat terhadap komposit. Rajan (2008) mengemukakan dalam penelitiannya bahwa lignoselulosa pada serat sabut kelapa sangat penting sebagai material teknik karena memiliki sifat kekuatan Tarik dan elongasi yang tinggi.

Penelitian tentang serat alam baik serat kapuk, sabut kelapa maupun serat eceng gondok telah dilakukan oleh peneliti sejak tahun 2018. Tahun ini merupakan tahun terakhir dari 3 Tahun penelitian dalam skema penelitian PDUPT yang ditetapkan oleh Kemdikbud dan didasarkan pada tema unggulan UNG “Strategi Pemberdayaan Potensi Daerah untuk Penguatan Budaya dan Kesejahteraan Masyarakat”, maka penelitian ini dapat dianggap menjadi salah satu topik riset unggulan yang selaras dengan tema unggulan UNG. Adapun bidang unggulan riset UNG yang selaras dengan penelitian ini adalah bidang unggulan Pengembangan Potensi Daerah dengan topik riset bahan baku industri dan riset potensi tanaman spesifik gorontalo dan bioprosesnya. Penelitian ini menggunakan serat kapuk yang diperoleh di provinsi Gorontalo sebagai material utama.

Dalam Penelitian tahun terakhir ini, peneliti telah focus kepada sifat serat sebagai bahan adsorpsi logam berat menggunakan pelarut  $\text{NaClO}^{(1)}$ - $\text{NaOH}$ - $\text{NaClO}^{(2)}$  untuk menghilangkan lignin, pectin, dan lain-lain sehingga terjadi perubahan dari hidrofobik ke hidrofilik. Peneliti yakin penggunaan kombinasi pelarut mampu meningkatkan daya serap terhadap logam berat. Dalam aplikasinya, peneliti menambahkan serat sabut kelapa untuk meningkatkan kekuatan mekanik komposit serat alam. Pemilihan serat sabut kelapa karena kedua serat alam ini juga banyak terdapat di Provinsi Gorontalo dan belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal serat sabut kelapa memiliki kekuatan Tarik yang baik. Serat sabut kelapa juga di-*treatment* menggunakan pelarut yang sama dengan serat kapuk. Hal ini didasari pada fakta bahwa serat alam tersebut juga merupakan material organik yang mengandung selulosa, lignin, pectin, dan wax pada dinding seratnya.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan skema penelitian PDUPT, penelitian ini disetujui selama 3 tahun. Di Tahun ke-3, tinjauan pustaka yang digunakan sama dengan penelitian di Tahun ke-1 dan 2. Berdasarkan tema unggulan UNG yang tertera pada Renstra dan RIP yakni “Strategi Pemberdayaan Potensi Daerah untuk Penguatan Budaya dan Kesejahteraan Masyarakat”, maka penelitian ini dapat dianggap menjadi salah satu topik riset unggulan yang selaras dengan tema unggulan UNG. Adapun bidang unggulan riset UNG yang selaras dengan penelitian ini adalah bidang unggulan Pengembangan Potensi Daerah dengan topik riset bahan baku industri dan riset potensi tanaman spesifik Gorontalo dan bioprosesnya. Tentunya rencana penelitian yang dibuat didasarkan pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Acuan rencana penelitian didasarkan pada hasil penelitian terdahulu pada jurnal internasional yang mutakhir dan relevan dengan penelitian yang direncanakan. Penelitian terdahulu dan rencana penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skema Penelitian Terdahulu dan Rencana Penelitian

No	Nama Peneliti	Judul	Bahan	Metode	Hasil
1	Chung, B.Y (2008)	Adsorption of heavy metal ions onto chemically oxidized Ceiba Pentandra (L.) Gaertn. (Kapuk) fibers	Kapuk NaClO <sub>2</sub> NaIO <sub>4</sub>	1. Serat Kapuk direndam dalam NaClO <sub>2</sub> dan asam asetat 1 jam, 70°C 2. Kemudian direndam dalam NaIO <sub>4</sub> + Asam asetat 10 menit, 27°C 3. Dibiarkan dalam rendaman selama 7 hari 4. Ditambahkan etilena glikol dan dicuci dengan air destilat, dikeringkan 1 malam dlm oven vakum 40°C	Perendaman dengan senyawa oksidan menghasilkan kemampuan adsorpsi yang sangat baik
2	Kang, Y (2011)	Sorption Behaviors of Cotton, Kapuk, and Rayon Fibers in	Kapuk NaOH	1. Dilakukan perendaman 0.5% NaOH, 1 jam 27°C 2. Dicuci dengan air destilat	Terjadi peningkatan daya adsorpsi setelah direndam dengan NaOH jika

		Heavy Metal Solutions		3. Dikeringkan selama 24 jam pada temperature lingkungan	dibandingkan dengan tanpa perendaman
3	Duan, C (2013)	Chemically modified kapuk fiber for fast adsorption of Pb <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> from aqueous solution	Kapuk NaOH Diethylene triamine Penta acetic acid (DTPA)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Serat kapuk dihaluskan kemudian dicuci dengan diklorometana</li> <li>Kemudian direndam dalam NaOH 24 jam sambil distirrer.</li> <li>Disaring dan dicuci dengan air destilat, dikeringkan 60°C, 3 jam. Diperoleh MKapuk</li> <li>Mkapuk dan DTPA disuspensi dalam DMF, distirrer 75°C, 20 jam.</li> <li>Serat disaring dan dicuci, dikeringkan 80°C, 1 jam</li> </ol>	MKapuk-DTPA menunjukkan kapasitas adsorpsi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan banyak adsorben serat alam lain yang dilaporkan
4	Yahya, M (2013)	Studi Sifat Optik dan Permukaan Serat Kapuk (Ceiba Pentandra Gaertn Lat.) Untuk Aplikasi Adsorber pada Remediasi Logam Merkuri dari Lingkungan Pertambangan Emas	Serat Kapuk Sabun Detergent	<ol style="list-style-type: none"> <li>Serat kapuk direndam dalam larutan detergent. Kemudian dicuci dengan air pada berbagai temperatur.</li> <li>Kemudian dilakukan pengeringan</li> </ol>	Semakin tinggi temperatur pencucian, maka sifat adsorpsi menjadi semakin baik. Selain itu, semakin tinggi konsentrasi sabun detergent maka semakin banyak partikel yang mampu diserap oleh kapuk
5	Wang, R (2014)	Removal of lead (II) from aqueous stream by chemically enhanced	Serat Kapuk NaOH NaClO <sub>2</sub>	<p>Studi Isotermal menggunakan model Langmuir Menggunakan NaOH</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kapuk direndam dalam NaOH 30 menit, 80°C.</li> </ol>	terjadi peningkatan ketika dilakukan perendaman dengan NaOH

		kapuk fiber adsorption		<p>2. Kemudian dicuci sambil distirrer dengan air destilat 30 menit. (pH = 7) (MKF)</p> <p>Menggunakan NaClO<sub>2</sub></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>100 gr kapuk ditambahkan dalam 500 mL NaClO<sub>2</sub> (1 N), 80°C 30 menit.</li> <li>Kemudian dicuci dengan air destilat (pH = 7) dan dikeringkan pada temperature ruang (OKF)</li> </ol>	sifat adsorpsi OKF lebih tinggi dibandingkan dengan MKF. Kemampuan adsorpsi menurun dengan menurunnya pH serat kapuk
6	Wang, F (2016)	Oriented functionalization of natural hollow kapuk fiber for highly efficient removal of toxic Hg(II) from aqueous solution	Serat Kapuk N-vinylimidazole EGDMA AIBN, AR HCl	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kapuk direndam dalam NaClO<sub>2</sub> + Asam asetat glasial. Kemudian dicuci dengan asam asetat glasial (pH = 7). Kemudian dikeringkan pada 70°C</li> <li>2. Kapuk yang telah ditreatment kemudian direaksikan dengan poli(N-vinylimidazole-co-ethylene glycol dimethacrylate)</li> </ol>	Material baru yang berhasil disintesis memiliki kapasitas adsorpsi yang sangat baik, selektif dan memiliki kinetika adsorpsi yang cepat untuk ion Hg(II) dengan kapasitas adsorpsi sebesar 697 mg/g
7	Wang, R (2016)	Adsorption of heavy metals and organic contaminants from aqueous stream with chemically enhanced kapuk fibers	Kapuk NaOH NaClO <sub>2</sub>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serat kapuk direndam dalam NaOH dan NaClO<sub>2</sub> pada masing-masing konsentrasi 0.1, 0.5 dan 1.0 N.</li> <li>2. Sampel kemudian dicuci dengan air destilat beberapa kali untuk menghilangkan residu chemical yang tertinggal</li> </ol>	Penggunaan NaClO <sub>2</sub> dengan konsentrasi 1 N, memiliki sifat adsorpsi yang paling baik dibandingkan dengan yang lain.
8	Peneliti (2017)		Serat Kapuk Serat eceng gondok	<p>Serat alam tanpa perlakuan.</p> <p>Menggunakan NaOH</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serat kapuk direndam dengan NaOH 2% 1 jam, 70°C.</li> </ol>	<p>Target Hasil:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memperoleh data-data komposisi serat sebelum dan</li> </ol>

		Serat sabut kelapa NaOH NaClO NaClO <sub>2</sub> HCl	<p>2. kemudian dicuci dengan air + asam asetat glasial hingga pH = 7</p> <p>3. kemudian dicuci dengan air destilat dan dikeringkan 24 jam, 40°C</p> <p>Menggunakan HCl</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serat direndam dalam HCl 1 M, 2 jam 27°C.</li> <li>2. kemudian dikeluarkan dan dicuci dengan air destilat hingga pH = 7</li> <li>3. kemudian dikeringkan dalam oven 24 jam 40°C</li> </ol> <p>Menggunakan NaClO</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. menimbang 1 gram kapuk</li> <li>2. rendam dalam 100 mL NaClO 0,5 N</li> <li>3. masukkan dalam oven 30 menit, 80°C</li> <li>4. keluarkan dan cuci dengan air destilat sampai pH = 7</li> <li>5. keringkan di temperatur ruang</li> <li>6. timbang</li> <li>7. diuji sifat fisika dan kimia</li> </ol> <p>Menggunakan NaClO – NaOH – NaClO</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Timbang 4 gram kapuk.</li> <li>2) Rendam dalam pelarut NaClO 200 mL + CH<sub>3</sub>COOH 2 mL</li> <li>3) Panaskan selama 1 jam, 70°C</li> <li>4) Keluarkan dari <i>microwave</i> kemudian disuspensi</li> </ol>	<p>setelah perendaman.</p> <p>2. Memperoleh data sifat kimia dan fisika serat kapuk, sabut kelapa dan serat eceng gondok</p> <p>3. Mampu meningkatkan sifat adsorpsi serat kapuk setelah perendaman sekaligus memiliki sifat mekanik dan termal yang tinggi</p>
--	--	--	--	---

				<p>dengan 200 mL H<sub>2</sub>O + 1,5 mL CH<sub>3</sub>COOH + 7,5 gram NaOH</p> <p>5) Diaduk 10 menit pada temp. ruang</p> <p>6) Dicuci dengan aquadest</p> <p>7) Dimasukkan dalam pelarut NaClO 100 mL selama 10 menit pada 70°C</p> <p>8) Dicuci dengan aseton</p> <p>9) Dikeringkan (1 hari, 40°C)</p> <p>10) Ditimbang</p> <p>11) Diuji fisika dan kimia</p> <p>Menggunakan NaClO<sub>2</sub> – NaOH – NaClO<sub>2</sub></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Serat kapuk direndam dalam NaClO<sub>2</sub> 1 jam 80°C</li> <li>2. Kemudian dimasukkan ke dalam air destilat yang mengandung NaOH. Kemudian di stirrer 2 jam</li> <li>3. setelah itu dicuci dengan air destilat (pH=7) proses dekantasi</li> <li>4. Kemudian direndam dalam NaClO<sub>2</sub> 10 menit, 80°C. kemudian dicuci dengan aseton</li> <li>5. keringkan dalam oven 24 jam, 40°C</li> <li>6. diuji sifat fisika dan kimia</li> </ol>	
9	Penelitian (2018) Penelitian tahun ke-2 dan 3		NaClO	<p>Menggunakan NaClO</p> <p>Proses perlakuan menggunakan pelarut NaClO sama dengan yang telah dilaksanakan pada tahun ke-1 yaitu perendaman serat dalam larutan NaClO</p>	Rencana hasil: Hasil yang diharapkan adalah a) terjadinya peningkatan sifat mekanik

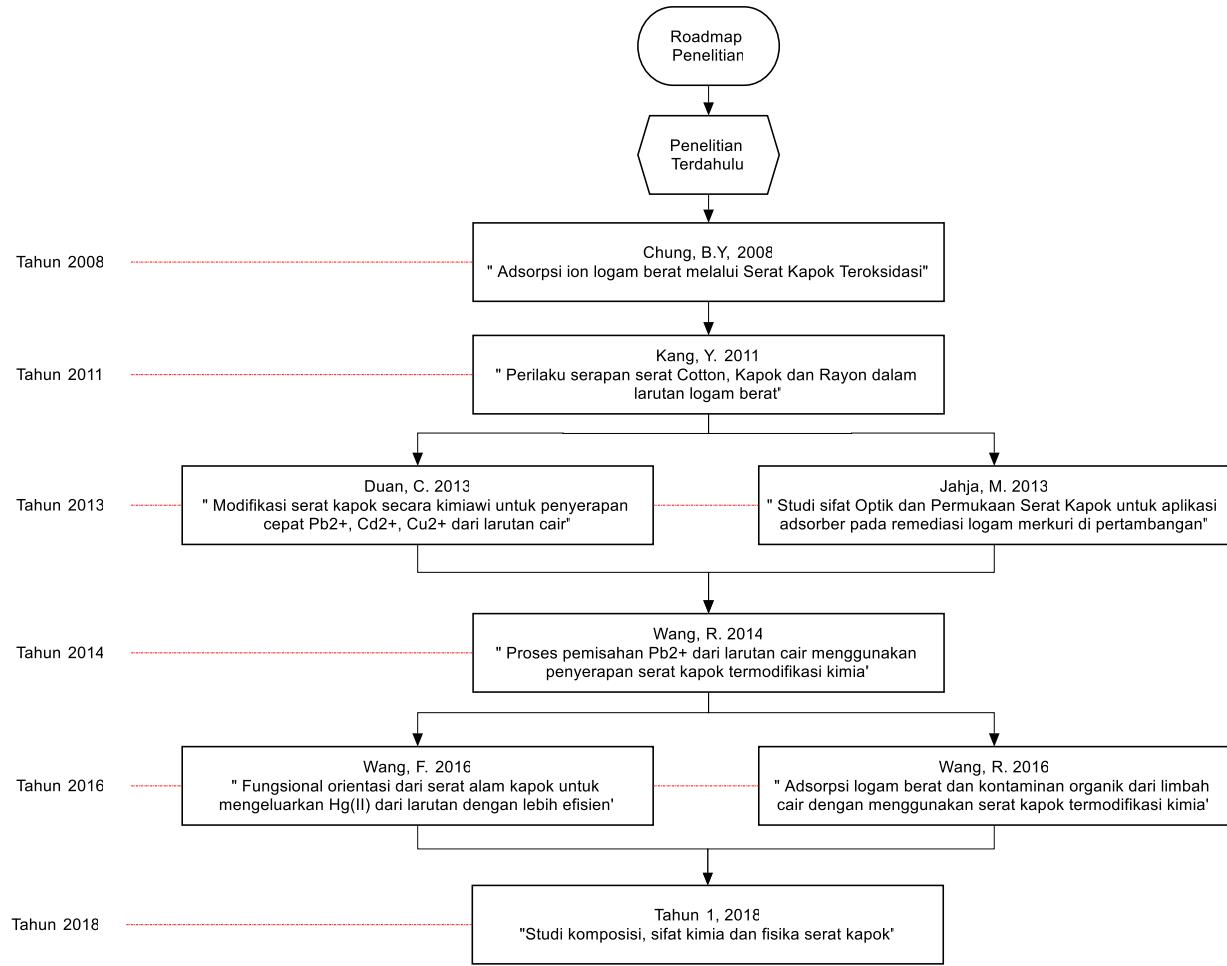
			dengan konsentrasi masing-masing sebesar 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, dan 0,5 N pada Temperatur 70°C selama 1 jam. Kemudian dibilas menggunakan Aquades yang mengandung CH <sub>3</sub> COOH hingga pH 7. Kemudian dibilas dengan aquadest dan dikeringkan dalam oven selama 1 hari, 40°C	dan thermal serat saat terjadinya peningkatan konsentrasi pelarut b) Terjadinya peningkatan sifat impak dan termal termoset
10	Peneliti (2019) Rencana Penelitian Tahun ke-3	NaClO <sup>(1)</sup> -NaOH-NaClO <sup>(2)</sup>	<p>Metode yang digunakan penelitian tahun ke-3 ini adalah metode eksperimen. Setelah melewati Tahun ke-1 dan 2, diputuskan menggunakan Pelarut NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup> sebagai pelarut dan sebagai serat alam adalah kapuk dan serat sabut kelapa. Adapun langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Serat alam dimasukkan ke dalam pelarut NaClO (0, 1, 2, 3, 4 dan 5% NaClO) + CH<sub>3</sub>COOH,</li> <li>b. Dilakukan perendaman selama 1 jam pada temperatur 70°.</li> <li>c. Setelah itu, kapuk dikeluarkan dan dicuci hingga pH = 7.</li> <li>d. Kemudian dimasukkan dalam pelarut NaOH 1% selama 10 menit</li> <li>e. Setelah itu, dicuci hingga pH 7, dan dilanjutkan dengan perendaman</li> </ul>	<p>Rencana Hasil yang diharapkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Terjadi perubahan gugus fungsi seteah dikarakterisasi menggunakan FTIR,</li> <li>b. Terjadi perubahan sifat dari hidrofobik menjadi hidrofilik</li> <li>c. Terjadi peningkatan kekuatan mekanik komposit</li> <li>d. Terjadi peningkatan sifat termal komposit</li> <li>e. Sifat adsorbansi muncul</li> </ul>

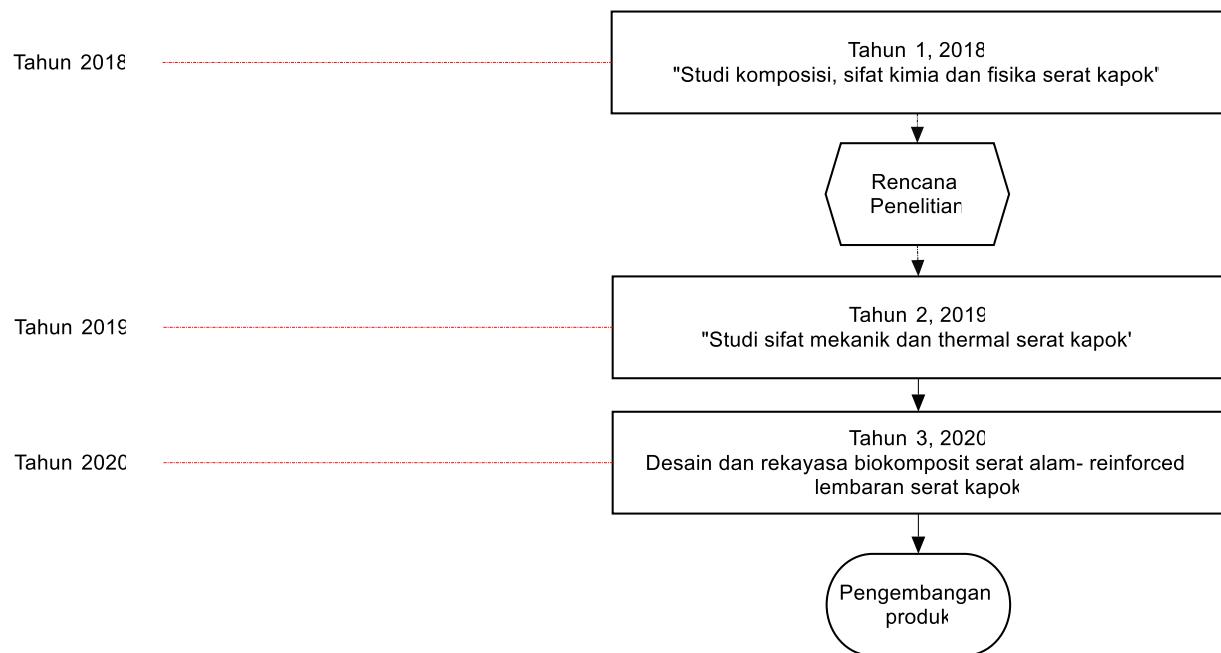
				<p>menggunaan pelarut NaClO 1% selama 10 menit</p> <p>f. Setelah itu dicuci dengan aquadest hingga pH 7</p> <p>g. Dilanjutkan dengan pengeringan dalam oven selama 24 jam pada 40°C.</p> <p>h. Setelah itu sebagian sampel di buat menjadi komposit dan sebagian yg lain tetap dalam kondisi terpisah</p> <p>i. Dilakukan kegiatan karakterisasi dan pengujian material</p>	
--	--	--	--	---	--

Sebagai lanjutan dari penelitian terdahulu, penelitian di Tahun ke-3 memfokuskan pada fungsi aplikatif dari serat kapuk sebagai material adsorben logam berat. Pelarut yang digunakan adalah NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup>. Penggunaan pelarut berkaitan erat dengan perubahan sifat kapuk dari hidrofobik menjadi hidrofilik. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya, pelarut NaClO lebih unggul dibandingkan pelarut lainnya baik dari segi besarnya perubahan hidrofilik yang terbentuk, juga berkaitan dengan sifat termal dan juga secara ekonomis, harga NaClO lebih murah dibandingkan dengan pelarut lainnya dengan kemampuan yang sama. Penambahan NaClO dilakukan untuk menghilangkan komponen fenolik, lignin, menurunkan kristalinitas pada serat. Penambahan NaOH berfungsi selain menghilangkan lignin, juga menghilangkan pectin, wax dan minyak alami pada bagian dinding serat. Perlakuan menggunakan NaOH dan NaClO pada serat kapuk diyakini dapat meningkatkan sifat adsopsi serat kapuk.

## 2.2 Road Map Penelitian

Agar penelitian berjalan sesuai target, maka di buat hubungan antara penelitian terdahulu dengan riset peneliti yang dapat dilihat pada bagan Gambar 1.





*Gambar 1. Bagan skematik penelitian terdahulu dan rencana penelitian tahun ke-2 dan 3*

## 2.3 Dasar Teori

### 2.2.1 Serat

#### 2.2.1.1 Definisi Serat

Secara bahasa serat adalah utas atau struktur atau objek yang menyerupai utas. Secara istilah serat merupakan suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Secara umum serat dapat dibagi menjadi serat alam dan serat sintesis.

#### 2.3.1.2 Jenis-Jenis Serat

Secara umum serat dibedakan menjadi serat alami dan serat sintesis. Serat alami adalah semua serat yang bersumber dari alam, sedangkan serat sintesis atau serat buatan adalah serat yang diperoleh dari hasil sintesis. Serat-serat alam dapat dikelompokan berdasarkan pada sumbernya yaitu berasal dari tanaman, binatang atau mineral. Serat tanaman terdiri atas selulosa, sementara serat hewan (rambut, sutera, dan wol) terdiri atas protein-protein. Serat tanaman meliputi serat kulit pohon (atau stem atau sklerenkima halus), daun atau serat-serat keras, benih, buah, kayu,ereal gandum, dan serat-serat rumput lain. Banyak diantara serat-serat alam ini, telah dikembangkan sebagai penguat dalam bahan komposit. Bahan-bahan komposit serat alam telah

meningkat penggunaan karena harganya relatif murah, mampu untuk didaur ulang dan dapat bersaing dengan baik berdasarkan kekuatan per berat dari material (Suryanto, 2016). Serat selulosa merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah, dapat diperbaharui, dan ramah lingkungan. Kebutuhan serat alam akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan bahan-bahan yang ramah lingkungan (Mulyawan, 2015).

### **2.3.2 Serat Kapuk**

Kapuk merupakan serat selulosa alami yang ditemukan di daerah selektif di dunia dan pernah digunakan untuk aplikasi teknis seperti pakaian. Namun, dengan berkembangnya teknologi pembuatan pakaian telah menggunakan serat buatan seperti polyester, polipropilen, dan pengganti lainnya (Dhanabalan & Laga, 2015).

### **2.3.3 Serat Sabut Kelapa**

Serat kelapa diekstraksi dari kulit terluar dari kelapa. Nama umum, nama ilmiah dan keluarga tanaman serat kelapa masing-masing adalah Coir, Cocos nucifera dan Arecaceae (Palm). Ada dua jenis serabut kelapa, serat coklat yang diekstraksi dari kelapa matang dan serat putih yang diekstraksi dari kelapa muda. Serat coklat tebal, kuat dan memiliki ketahanan abrasi yang tinggi. Serat putih lebih halus dan halus, tetapi juga lebih lemah. Serabut kelapa tersedia dalam tiga bentuk, yaitu bulu (serat panjang), kasur (relatif pendek) dan terdekortikasi (serat campuran). Berbagai jenis serat ini memiliki kegunaan yang berbeda tergantung pada kebutuhan. Dalam rekayasa, serat coklat banyak digunakan (Ali, 2010)

## **BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1 Tujuan**

- a. Tujuan jangka panjang
  - 1) Mengembangkan komposit serat kapuk berpenguat serat sabut kelapa dan serat sitesis dan mengaplikasikan
  - 2) Memproduksi Komposit Serat Kapuk dalam jumlah besar sebagai material adsorben logam berat untuk menyelesaikan pencemaran logam berat khususnya pada pertambangan tradisional di wilayah Suwaw khususnya dan di wilayah Provinsi Gorontalo secara umum.
- b. Tujuan jangka pendek
  - 1) Menganalisa perubahan struktur serat alam
  - 2) Menganalisa sifat mekanik dan termal komposit
  - 3) Menganalisa kemampuan adsorben komposit terhadap logam berat

### **3.2 Manfaat Penelitian**

Jumlah pohon kapuk yang melimpah di Provinsi Gorontalo tidak sesuai dengan pemanfaatan serat kapuk tersebut. Oleh sebab itu, banyak serat kapuk yang terbuang percuma tanpa pemanfaatan. Di sisi lain banyak tambang liar di Provinsi Gorontalo yang membuang limbah tambang tersebut ke perairan. Pemanfaatan serat kapuk sebagai material adsorpsi sangat menjanjikan. Hal ini karena selain menambah penghasilan masyarakat juga menurunkan polusi dan pencemaran akibat logam berat. Selain pohon kapuk, provinsi Gorontalo juga memiliki banyak pohon kelapa yang pemanfaatannya belum maksimal. Pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai penguat untuk meningkatkan sifat mekanik matriks yang dalam hal ini serat kapuk sangat menjanjikan untuk pembuatan lembaran pada tahun terakhir dari tiga tahun penelitian.

## BAB 4. METODE PENELITIAN

Sesuai dengan pedoman penyusunan proposal penelitian, penelitian yang direncanakan oleh peneliti adalah penelitian disentralisasi yang berpedoman pada Renstra dan RIP Universitas Negeri Gorontalo. Metode Penelitian tahun ke-3 yang dilaksanakan akan dijabarkan sebagai berikut.

### 4.1 Bahan Penelitian

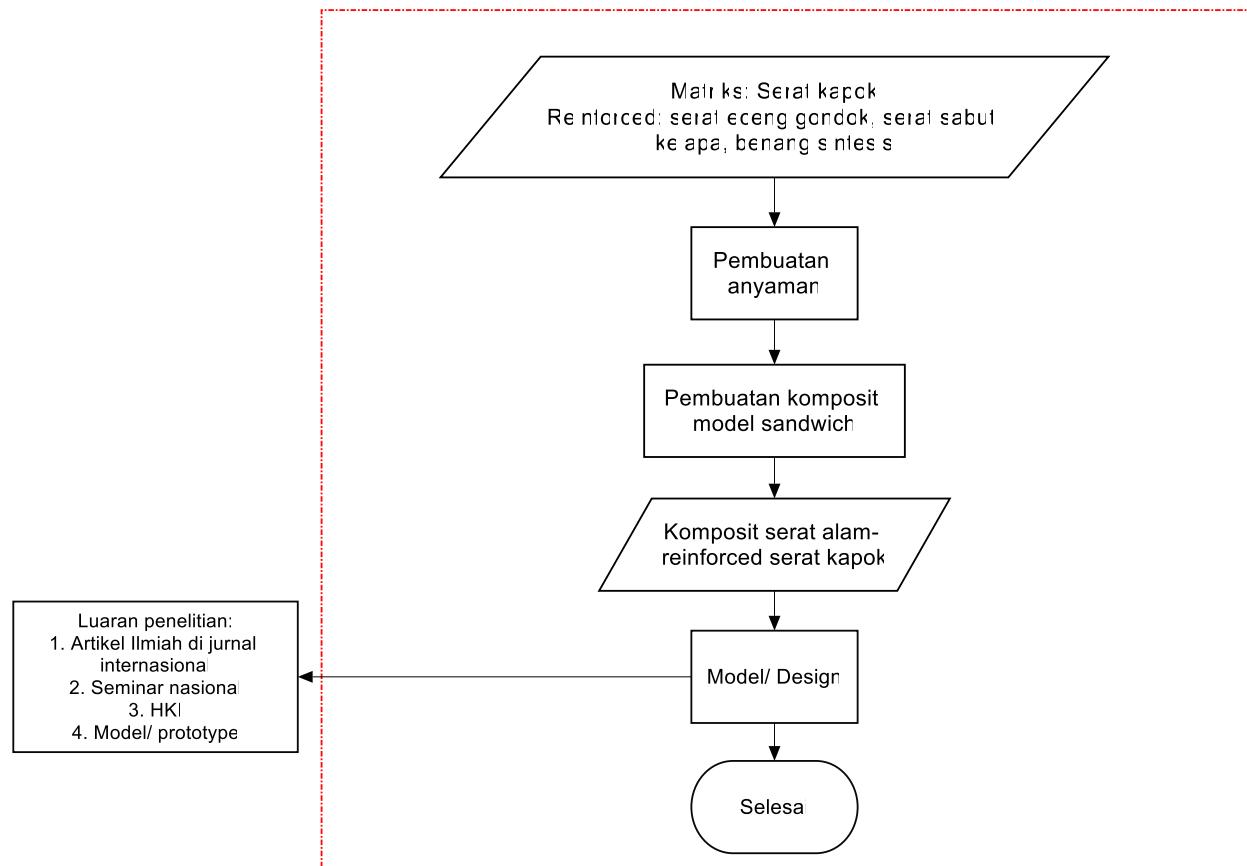
Bahan pada penelitian yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

- |                         |  |                     |
|-------------------------|--|---------------------|
| 1) NaOH                 | 7) Aseton                                | 13) Asam Nitrat     |
| 2) HCl                  | 8) Tembaga (II) sulfat                   | 14) NaCl grade      |
| 3) CH <sub>3</sub> COOH | 9) Ammonium Hidroksida                   | 15) Asam sulfat 97% |
| 4) NaClO                | 10) MgSO <sub>4</sub>                    | 16) Toluena         |
| 5) Aquades              | 11) NiNO <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O |                     |
| 6) Kertas Lakmus        | 12) PbNO <sub>3</sub>                    |                     |

## 4.2 Prosedur Penelitian

### 4.2.1 Diagram Alir Penelitian

Prosedur kerja pada tahun ketiga penelitian diuraikan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut.



Gambar 2. Skematik prosedur kerja penelitian Tahun ke-3

Setelah melakukan penelitian Tahun ke-1 dan 2, pada Tahun ke-3 pelarut yang dipilih adalah NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup> dengan konsentrasi pelarut NaClO<sup>(1)</sup> sebesar 0, 1, 2, 3, 4 dan 5%. Adapun pengujian yang dilakukan antara lain karakterisasi material, pengujian mekanik, thermal, uji adsorbsi, dan pembuatan model/desain/prototype lembaran. Luaran penelitian yang direncanakan berupa accepted/publish artikel di jurnal Internasional bereputasi, seminar nasional, HKI (Patent sederhana) serta model/prototype.

### 4.2.2 Tahapan Penelitian

Secara umum, Tahapan penelitian, luaran dan indikator capaian pada setiap tahapan penelitian selama satu tahun sebagai berikut.

- 1) Perlakuan terhadap serat menggunakan pelarut NaClO – NaOH – NaClO, melalui tahapan berupa pengeringan dalam oven dan penimbangan, kemudian perendam menggunakan pelarut. Setelah itu dilakukan pencucian dengan aquades, kemudian dikeringkan dalam oven dan menimbang kembali serat. Proses perlakuan pada serat dimaksudkan untuk menghilangkan senyawa lignin, pectin, wax, phenolic, dan senyawa lain yang mengganggu saat proses adsorpsi berlangsung, untuk meningkatkan sifat dari serat, dan merubah sifat serat dari hidrofobik menjadi hidrofilik.
- 2) Karakterisasi menggunakan FTIR untuk menganalisis gugus fungsi, MO untuk melihat struktur mikro, contact angle untuk melihat sudut kemiringan serat, XRD untuk melihat senyawa kimia baik senyawa logam maupun keramik, uji Tarik untuk melihat kekuatan dan uji termal untuk melihat ketahanan panas.
- 3) Pengujian terhadap serat juga termasuk uji adsorpsi serat dan ini berfungi untuk menjawab pertanyaan awal apakah serat kapuk dapat mengurangi kadar logam berat pada larutan?

### **4.3 Karakterisasi dan Pengujian**

Setelah dilakukan perlakuan berupa perendaman dalam beberapa pelarut, kemudian serat akan dikarakterisasi dan diuji sifat-sifatnya. Adapun jenis peralatan yang digunakan sebagiannya sama dengan peralatan yang digunakan pada Tahun ke-1 dan 2.

#### **4.3.1 Karakterisasi Serat**

##### **a. *Fourier Transforms Infrared* (FTIR)**

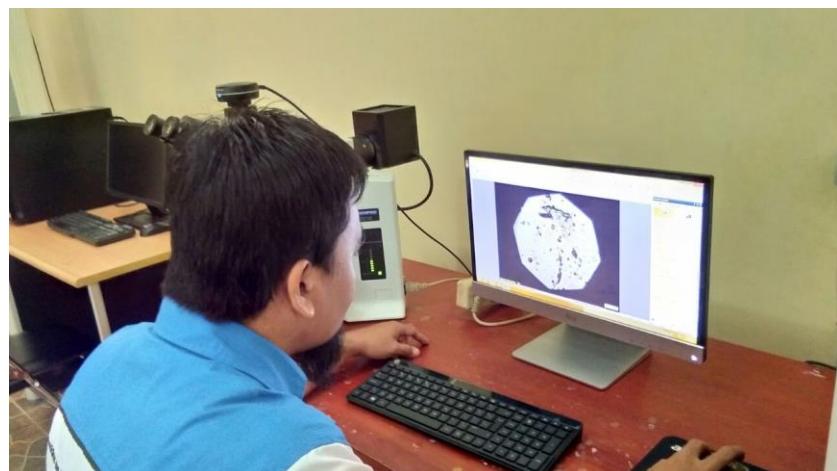
Fourier transform infrared (FTIR) spectra dilaporkan dengan menggunakan scientific Thermo Nicolet iS10 pada temperatur ruang. Spektrum sampel diukur pada  $500 - 4000 \text{ cm}^{-1}$  wavelength. Alat uji FTIR yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat uji FTIR  
(Laboratorium Karakterisasi Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS)

b. Mikroskop Optik

Mikroskop optik digunakan untuk mengamati struktur mikro dari serat kapuk, serat sabut kelapa dan serat eceng gondok. Mikroskop Optik juga digunakan untuk mengukur diameter dan linear density dari serat alam. Mikroskop yang digunakan adalah mikroskop optik jenis Olympus BX51 M. Alat uji Mikroskop Optik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Uji Mikroskop Optik  
(Laboratorium Industri Jurusan Teknik Industri UNG)

c. USB Digital Microscope

USB Microscope digunakan untuk melihat sudut kemiringan serapan air pada serat kapuk yang menunjukkan kemampuan hidrofilik serat kapuk.



Gambar 5. Alat Uji Contact Angle

#### 4.3.2 Pengujian Serat

Pengujian serat lebih dikhkususkan pada pengujian Mekanik, termal komposit, serta uji adsorpsi. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Industri Universitas Negeri Gorontalo.

Pada pengujian adsorpsi ion logam, larutan yang diuji adalah larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Adapun kapasitas adsorpsi dihitung menggunakan persamaan:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) \cdot V}{m}$$

dimana:

$$C_o = \text{Konsentrasi awal } \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)$$

$$C_e = \text{Konsentrasi awal } \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)$$

$$V = \text{Volume larutan ion logam (L)}$$

$$m = \text{Massa adsorben yang digunakan (g)}$$

$$q_e = \text{Kapasitas Adsorpsi } \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right)$$

#### 4.4 Indikator Capaian

Indikator capaian adalah tolak ukur keberhasilan suatu penelitian. Indikator capaian pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator capaian pada penelitian Tahun ke-3

No	Kegiatan	Hasil	Indikator Keberhasilan
1	Melarutkan serat alam dalam pelarut NaClO pertama berdasarkan perbandingan konsentrasi NaClO yakni 1, 2, 3, 4 dan 5%	terjadi perubahan warna dan sifat serat	1. Penurunan massa jenis serat (karena hilangnya bahan organic 2. Perubahan warna serat 3. Setelah perendaman, serat kapuk dapat larut dalam air
2	Di timbang	Perubahan massa	
3	Uji stabilitas termal	Data TGA dan DTA	Terjadi perbedaan ketahanan panas
4	Uji Mekanik	Berupa data hasil uji Tarik serat (tegangan, regangan dan modulus elastisitas)	Terjadi peningkatan sifat mekanik saat konsentrasi NaClO dinaikkan
5	Uji Adsorpsi logam berat	Berupa data hasil uji adsorpsi logam berat	Terjadi perubahan konsentrasi larutan logam berat (Penurunan konsentrasi dalam ppm)

#### 4.5 Tugas setiap anggota tim peneliti

Setiap anggota tim peneliti memiliki tugas masing-masing. Tugas dan % tugas masing-masing anggota peneliti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nama dan tugas setiap anggota peneliti Tahun ke-3

No	Nama Peneliti	Tugas	% Tugas
1.	Dr. Eduart Wolok, ST.,MT	1. Membeli bahan penelitian di luar gorontalo 2. Melakukan penelitian berupa perendaman sampai pada pengumpulan data 3. Melakukan pengujian FTIR, TGA, Tarik komposit 4. Menyusun laporan penelitian bersama dengan peneliti lain	40%

		5. Mempresentasikan proposal, hasil penelitian, laporan lanjutan dan laporan akhir penelitian	
2	Idham Halid Lahay, ST.,M.Sc	1. Membeli bahan penelitian di sekitaran provinsi Gorontalo 2. Bersama-sama dengan Eduat Wolok melakukan penelitian 3. Menyusun laporan bersama dengan tim yang lain 4. Melakukan pengujian mikrostruktur	20%
3	Buyung Rachmad Machmoed, ST.,M.Eng	1. Melakukan penelitian di lab Industri 2. Melakukan karakterisasi dan pengujian berupa impak termoset 3. Menyusun laporan penelitian	15%
4	Fahriadi Pakaya, S.Pd.,MT (Tim Ahli)	1. Membantu dalam melakukan pengujian Tarik 2. Membantu peneliti dalam menganalisis data mentah hasil karakterisasi FTIR, uji Tarik, uji adsorpsi logam berat 3. Membantu peneliti dalam menyiapkan bahan pendukung penelitian	15%
5	Nurfaisal Harun, A.Md (Tim Ahli)	1. Membantu peneliti dalam menyiapkan alat untuk melakukan pengujian MO 2. Membantu peneliti untuk persiapan pengujian Tarik serat 3. Membantu peneliti dalam mengumpulkan bahan utama (serat alam) dan bahan kimia di wilayah provinsi Gorontalo	7%
6	Gersamata, ST	Petugas Lapangan (penyiapan bahan utama berupa serat kapuk, serat sabut kelapa dan serat eceng gondok)	3%

## BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### 5.1 Hasil Penelitian

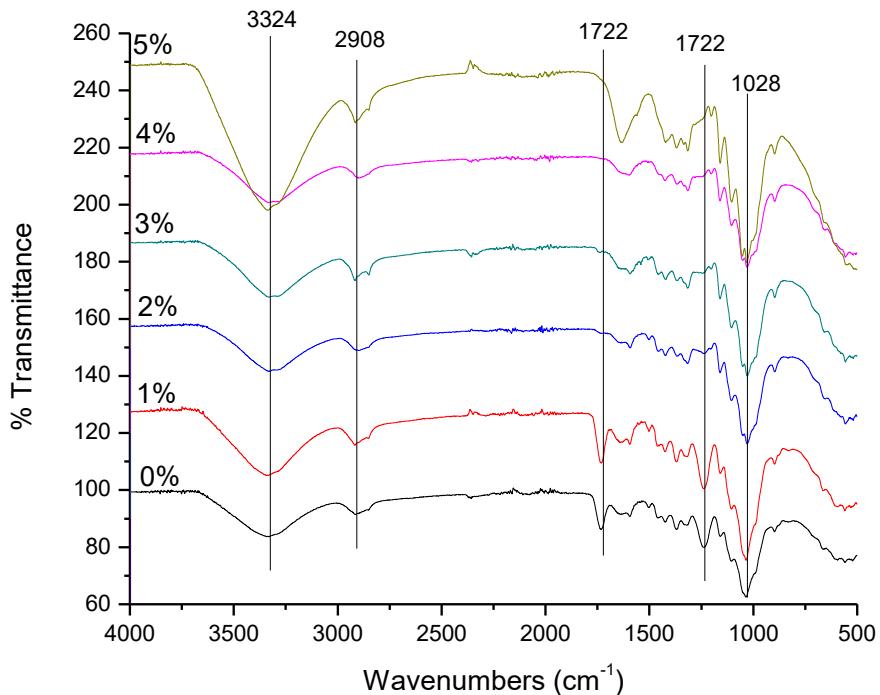
Penelitian di Tahun ke-3 sekaligus penelitian terakhir memfokuskan pada kapuk sebagai serat dan komposit yang dierkuat serat sabut kelapa. Karakterisasi tetap dilakukan untuk melihat perubahan yang terjadi akibat perendaman dalam pelarut NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup>. Adapun hasil penelitian, analisis dan pembahasan sebagai berikut.

#### 5.1.1 Serat Kapuk

##### a. Mekanisme dan Modifikasi dan Karaterisasi Serat Kapuk

Proses modifikasi serat kapuk melalui perendaman dalam pelarut NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup> dengan konsentrasi masing-masing 1, 2, 3, 4, dan 5% Larutan NaClO<sup>(1)</sup>, 1% larutan NaOH dan 1% larutan NaClO<sup>(2)</sup>. Dari hasil FTIR menunjukkan bahwa terjadi perubahan sifat kapuk dari sudut pandang perubahan gugus fungsi. Berdasarkan Gambar 7 terjadi peningkatan intensitas serapan pada peak 3324 cm<sup>-1</sup>. Peak ini menandakan gugus -OH stretching vibration (Wang, 2012) dan menandakan adanya selulosa (Liu, 2011). Terjadi peningkatan intensitas O-H stretching karena perendaman melalui proses oksidasi mampu meningkatkan jumlah gugus hidroksil bebas dalam unit selulosa. Peak 1732.16 cm<sup>-1</sup> merupakan gugus C=O stretching vibration. Peak ini menunjukkan adanya ketones, gugus karboksilat, dan ester dalam lignin dan gugus asetil ester dalam xylan (Wang, 2016). Gugus karbonil C=O dalam ester juga menandakan adalah kapuk wax (Abdullah, 2010). Penurunan bahkan menghilangnya intensitas serapan pada peak 1722 cm<sup>-1</sup> berupa gugus C=O menunjukkan telah terputusnya ikatan  $\pi$  pada gugus fungsi C=O. Hal ini yang menjadi salah satu alasan mendasar terjadinya perubahan sifat pada serat kapuk dari bersifat hidrofobik menjadi bersifat hidrofilik. Perubahan sifat dari hidrofobik menjadi hidrofilik juga dibuktikan dengan semakin rendahnya *contact angle* serapan air.

Peak 1235 cm<sup>-1</sup> berupa gugus C-O bending vibration. Peak ini menunjukkan adanya lignin dan hemicellulose. Pada pelarut NaClO dengan konsentrasi 2, 3, 4, dan 5%, terjadi penurunan peak yang menandakan berkurangnya kadar lignin pada serat kapuk.

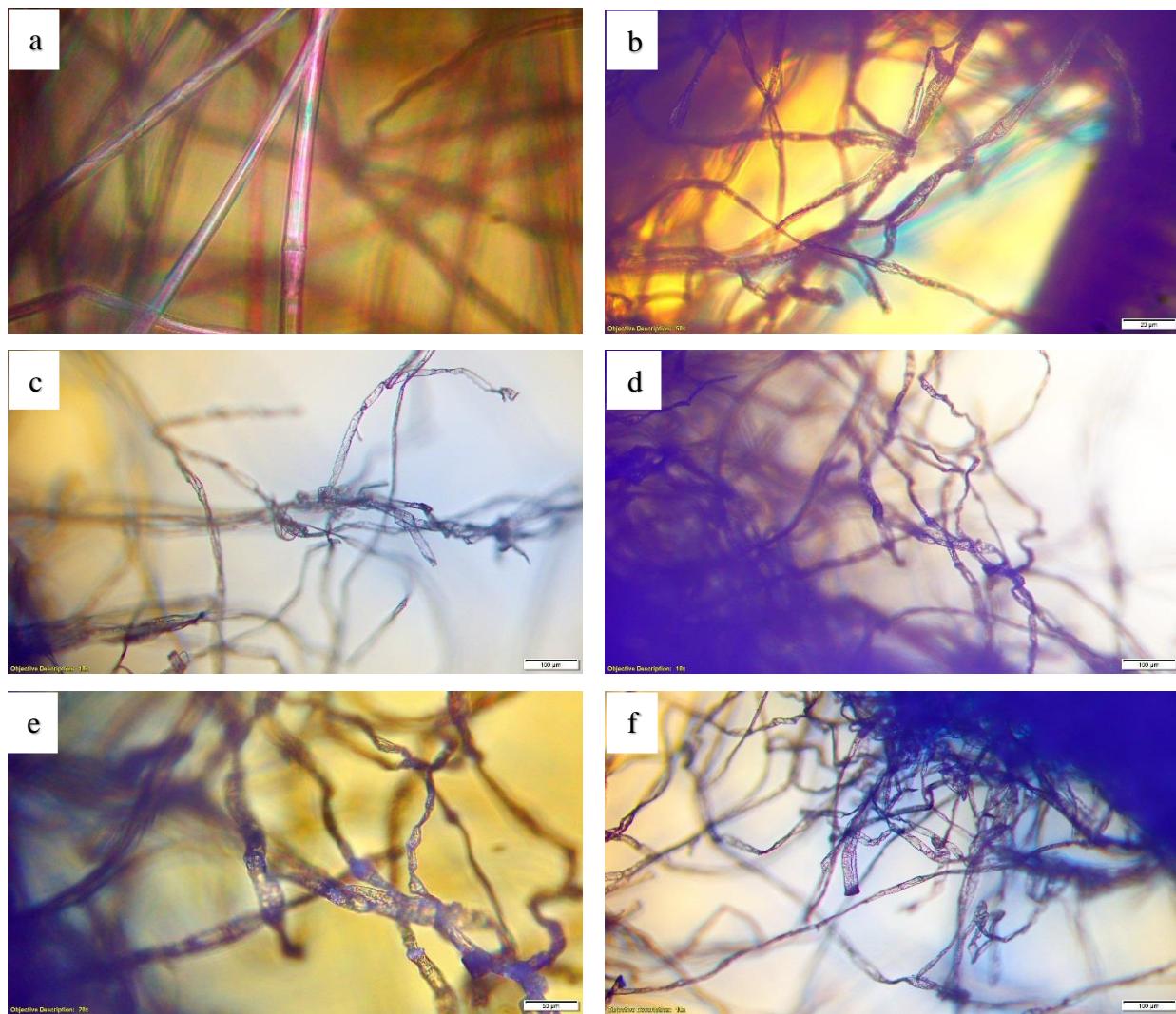


Gambar 6. Spektrum FTIR dari serat kapuk treated NaClO dengan berbagai konsentrasi (0, 1, 2, 3, 4, dan 5%)

Peak  $1028\text{ cm}^{-1}$  menandakan adalah karbohidrat dan polisakarida yang menandakan klaster selulosa (Abdullah, 2010). Peak ini tidak mengalami perubahan intensitas yang signifikan menandakan tidak ada perubahan yang terjadi khususnya pada selulosa.

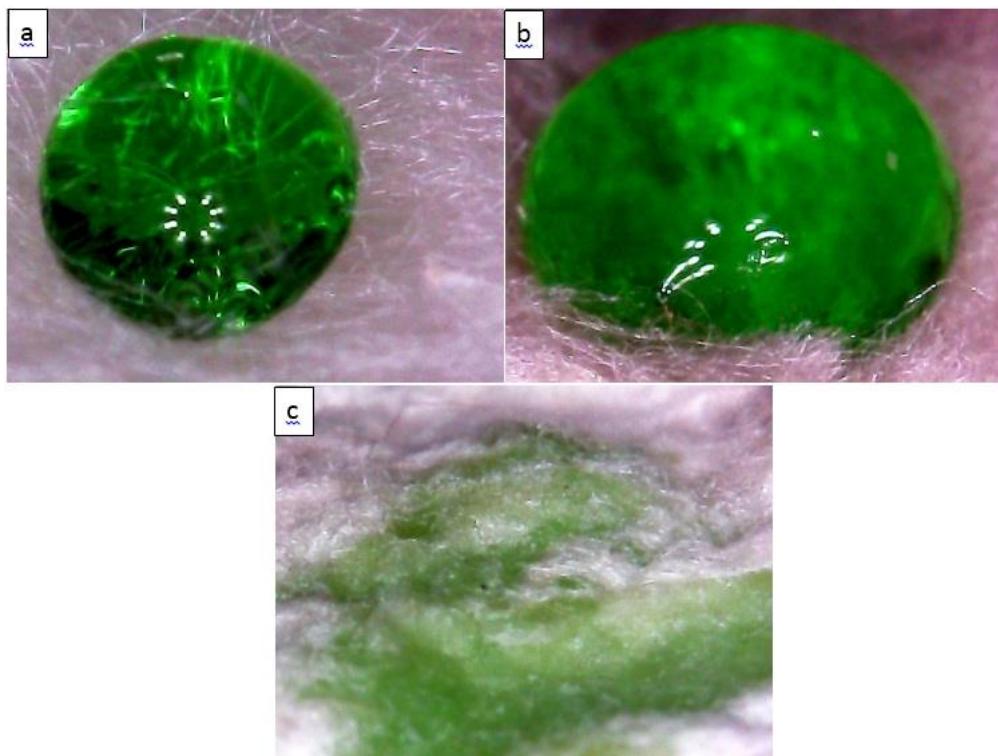
#### b. MO dari Serat Kapuk

MO dimaksudkan untuk mengamati bentuk hollow dari serat kapuk. Dari Gambar 8 dapat kita lihat perbedaan antara *untreated kapuk* dengan *treated kapuk*. Pada kapuk tanpa perlakuan (Gambar 8.a), serat kapuk masih membentuk lumen pipa sempurna tanpa terjadi kerusakan. Pada *treated kapuk* dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5% menyebabkan terjadi kerusakan pada permukaan serat. Kerusakan ini menandakan beberapa senyawa mengalami pemutusan ikatan. Hal ini telah dijelaskan sebelumnya pada bagian mekanisme pembentukan hidrofilik. Karena telah mengalami kerusakan dan telah menghilangkan sebagian besar wax dan lignin, menyebabkan penyerapan air mudah terjadi pada serat kapuk khususnya pada bagian serat yang mengalami kerusakan. Untuk melihat tingkat penyerapan air dapat dilihat pada Gambar 9, 10 dan 11.



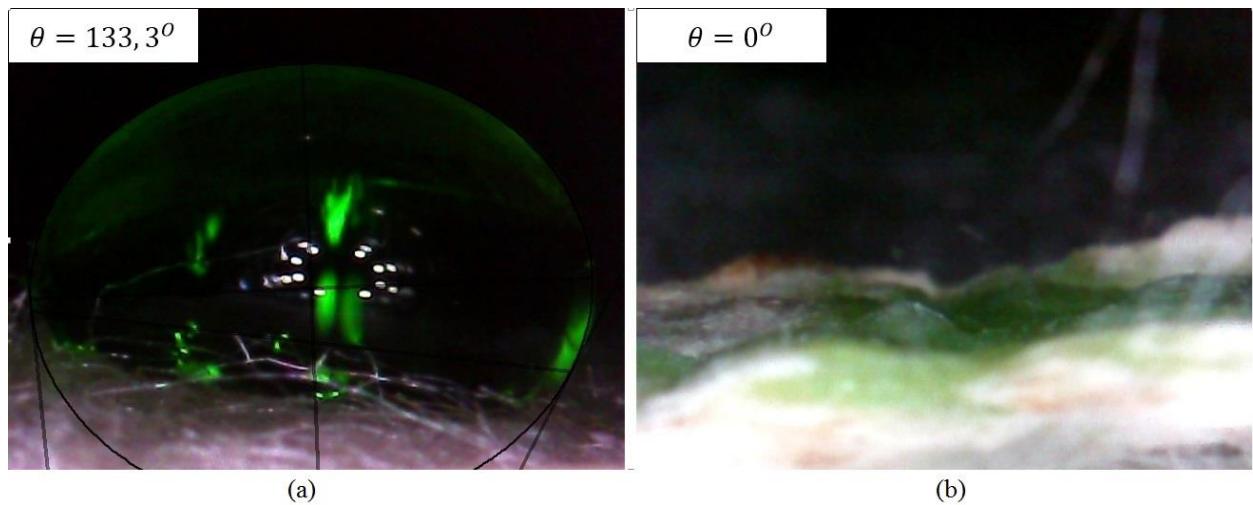
Gambar 7. Mikrograf MO dari (a) untreated kapuk, (b) Treated 1% NaClO, (c) Treated 2% NaClO, (d) 3% NaClO, (e) 4% NaClO, dan (f) 5% NaClO

c. *Contact Angle*

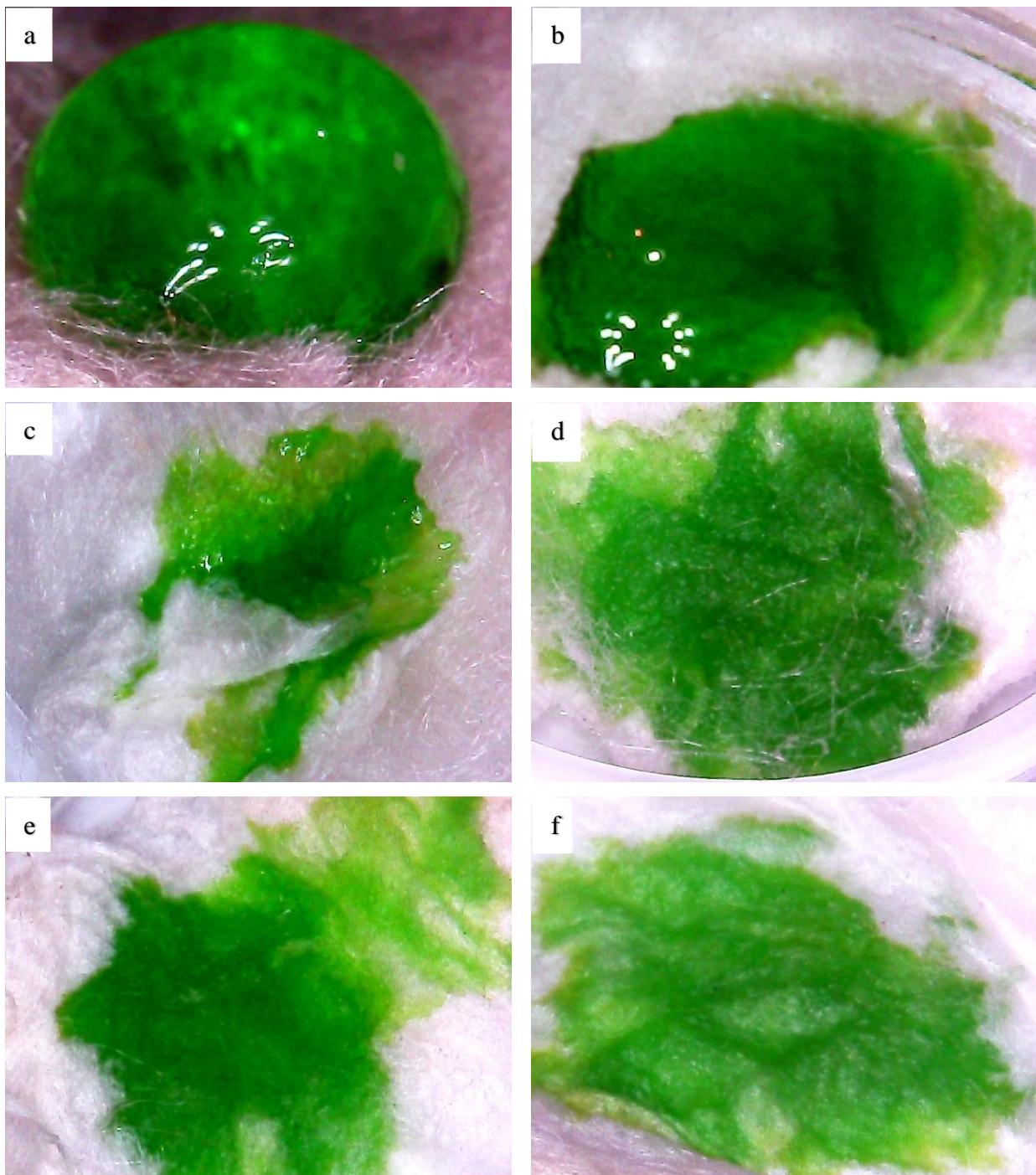


Gambar 8. Water Droplet pada (a dan b) Untreated Kapuk, (c) Kapuk Treated NaClO(1)-NaOH-NaClO(2)

Tetesan air membentuk contact angle pada permukaan raw kapuk. *Contact angle* adalah sudut antara permukaan serat dan garis singgung ke *drop profile* pada *drop edge* (Yuan & Lee, 2013). Pada raw kapuk, sudut  $\theta$  yang terbentuk sebesar  $133.3^\circ$ . Nilai ini menunjukkan bahwa raw kapuk fiber bersifat hidrofobik dengan rentang sudut  $90^\circ < \theta \leq 150^\circ$  (Doshi et al., 2018). Pada Treated Kapuk, besarnya sudut  $\theta = 0^\circ$ . Hal ini mengindikasikan bahwa kapuk-treated berubah sifatnya ke hidrofilik (Gambar 10).



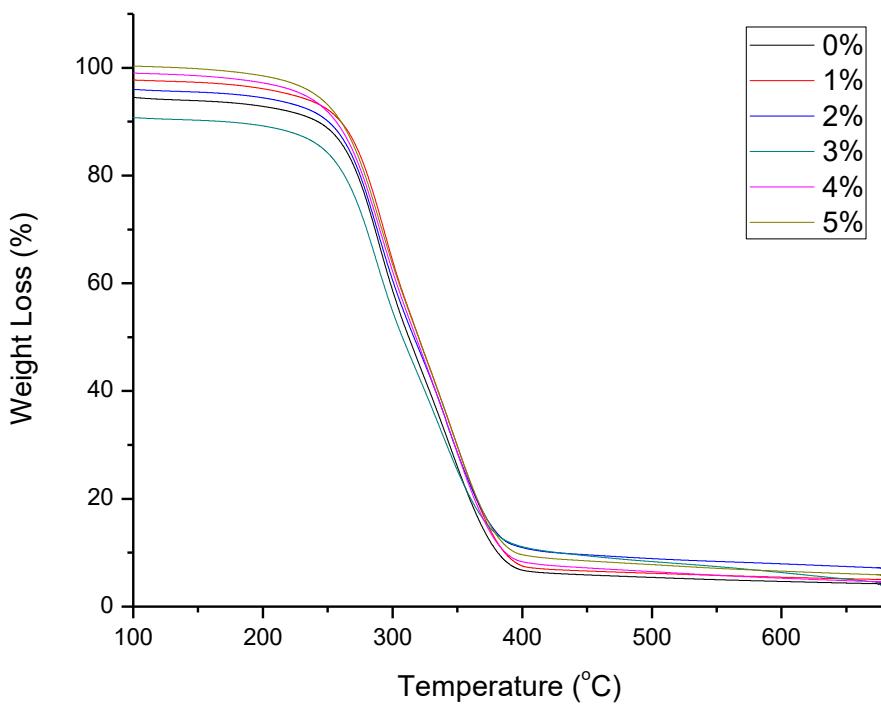
Gambar 9. Contact angle dari (a) raw kapuk, (b) Kapuk-treated NaClO-NaOH



*Gambar 10. Serapan Air pada (a) Untreated Kapuk, Kapuk Treated (b) 1%, (c) 2%, (d) 3%, (e) 4%, dan (f) 5% NaClO*

Perubahan sifat serat kapuk dari hidrofobik ke hidrofilik merupakan suatu fenomena akibat menurunnya unsur organic (lignin, pectin wax, dll) pada serat kapuk. Akibatnya seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 11 yakni air lebih cepat meresap ke dalam adsorben.

d. Thermogravimetric Analysis (TGA) dari serat kapuk



*Gambar 11. Kurva Thermogravimetric dari Serat Kapuk pada konsentrasi NaClO 0, 1, 2, 3, 4, dan 5%*

Thermogravimetric Analysis (TGA) merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk melihat tingkat stabilitas termal suatu material dan fraksi komponen volatile dengan menghitung perubahan berat yang dihubungkan dengan perubahan temperature. Baik raw kapuk, maupun kapuk-treated NaClO-NaOH juga dilakukan pengujian TG Analysis dengan berbagai konsentrasi. Perubahan struktur kapuk akibat perubahan gugus fungsi mempengaruhi perubahan sifat termal serat. Peningkatan konsentrasi NaClO pada serat menyebabkan terjadinya peningkatan kestabilan termal pada serat kapuk hingga pada konsentrasи 3% kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi 4 dan 5%.

Proses degradasi pertama kali terjadi pada temperature transisi (T<sub>g</sub>) sebesar 247 – 261°C. Setelah melewati T<sub>g</sub>, pada rentang temperature 270 – 391°C terjadi degradasi/ penurunan massa serat yang relative cepat sebesar 80 – 95%. Seperti hasil penelitian di tahun 2019, Raw kapuk memiliki kestabilan termal yang lebih rendah dibandingkan dengan kapuk-treated. Hal ini disebabkan karena pada raw kapuk masih terdapat banyak hemisellulosa (T<sub>d</sub> = 300°C) (Poletto et

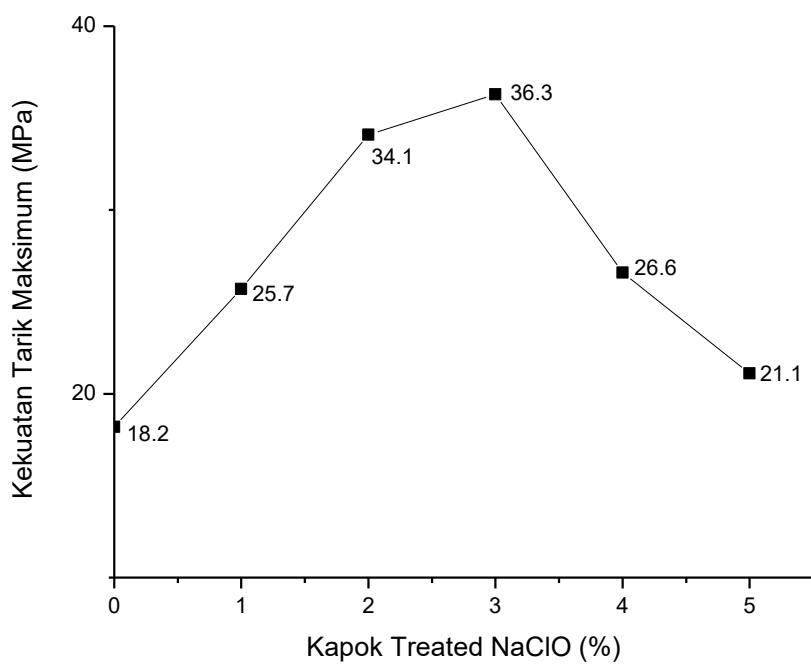
al., 2014). Pada temperature  $>390^{\circ}\text{C}$  baik raw kapuk maupun kapuk-treataed telah mengalami degradasi pada sebagi besar massa. Hemiselulosa memiliki struktur amorfus sehingga lebih mudah terhidrolisis, sedangkan selulosa memiliki unit polimer glukosa yang sangat panjang dan daerah kristalin meningkatkan stabilitas termal dari serat lignoselulosa (Poletto et al., 2014).

e. Uji Tarik Komposit Serat alam

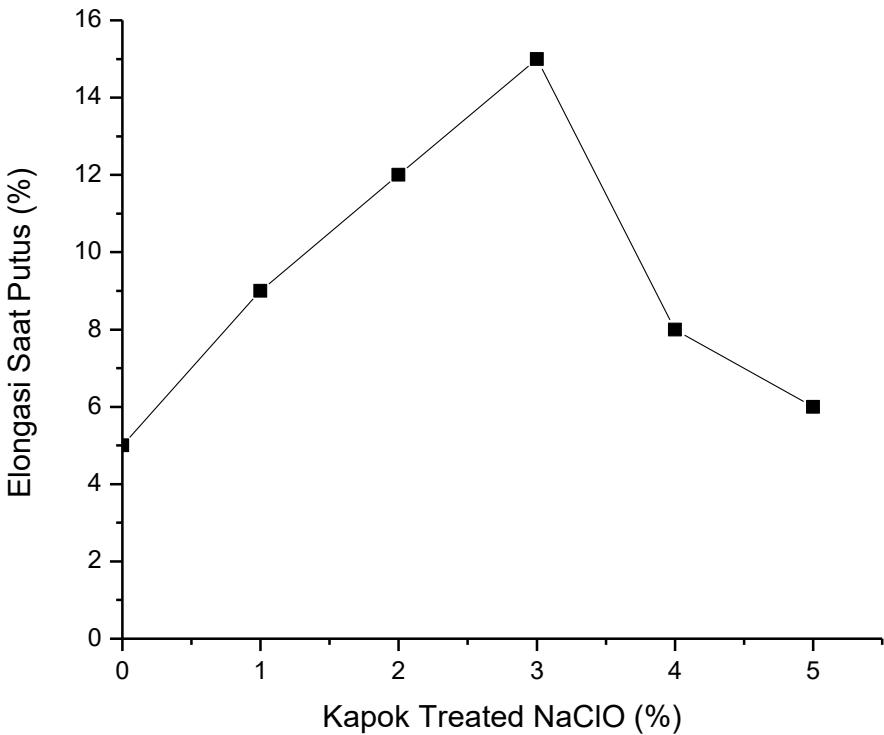
Komposit serat alam diuji Tarik untuk melihat kekuatan mekanik komposit. Pengujian Tarik dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Dari Gambar 13 dapat ditunjukkan bahwa kekuatan maksimum komposit berada pada komposit serat alam dengan konsentrasi 3% NaClO dan akan mengalami penurunan kekuatan pada 4 dan 5%. Selain menentukan kekuatan Tarik, pengujian Tarik juga memperoleh data Elongasi saat patah (Elongation at break), dimana nilai elongasi tertinggi pada 3%. Data kekuatan Tarik dan elongasi saat putus pada komposit serat alam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kekuatan Tarik dan Elongasi pada Komposit Serat Kapuk

No	Kapuk Treated NaClO (%)	Kekuatan Tarik (MPa)	Elongasi Saat Putus (%)
1	0	18.2	5
2	1	25.7	9
3	2	34.1	12
4	3	36.3	15
5	4	26.6	8
6	5	21.1	6



Gambar 12. Kurva Kekuatan Tarik Komposit Serat Kapuk berpenguat serat sabut kelapa pada pelbagai konsentrasi



*Gambar 13. Kurva Elongasi Saat Patah Pada Komposit Serat Kapuk berpenguat serat sabut kelapa pada berbagai konsentrasi*

Uji Tarik dilakukan di departemen kimia ITS Surabaya. Pengujian Tarik menggunakan standar ASTM D3039.

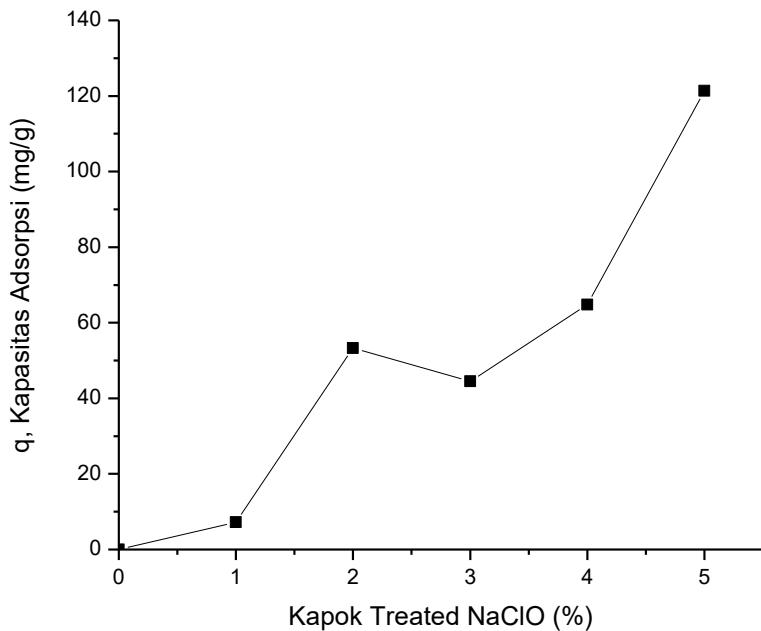
#### f. Uji Absorpsi Logam Berat

Pengujian logam berat dilakukan di Lab. Industri Universitas Negeri Gorontalo. Adapun pelarut Logam berat yang digunakan adalah  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Fokus pada pengujian ini adalah penentuan kapasitas adsorpsi logam berat. Kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 5, 6 dan 7.

Tabel 5. Kapasitas Adsorpsi pada Serat Kapuk pada Ion Logam  $\text{Pb}^{2+}$

No	Kapuk Treated NaClO	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	V (L)	Mawal (g)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
1	0%	0	0	0	0	0
2	1%	467	401	0.5	4.55	7.25
3	2%	558	381	0.5	1.66	53.31
4	3%	436	332	0.5	1.9	44.47
5	4%	430	316	0.5	0.88	64.77

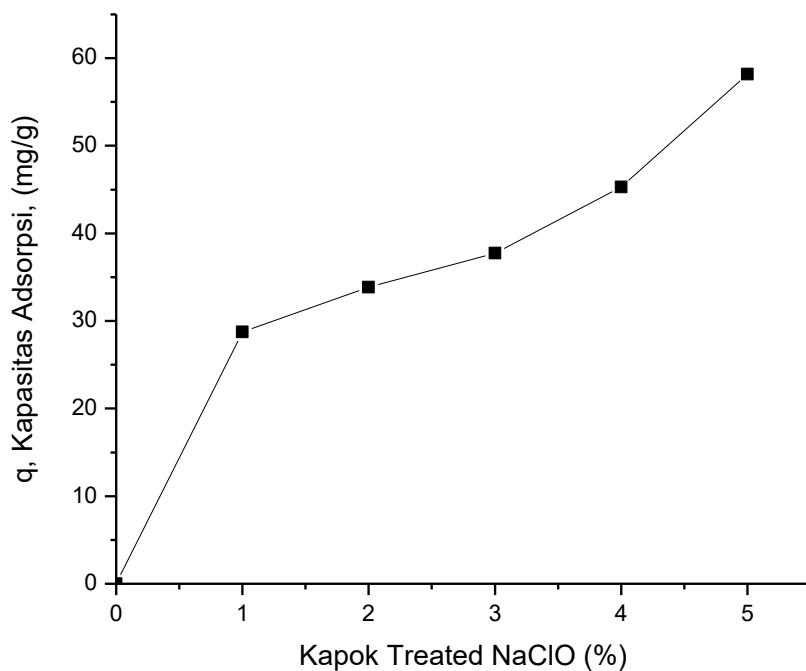
6	5%	430	236	0.5	0.799	121.40
---	----	-----	-----	-----	-------	--------



Gambar 14. Kurva perubahan Kapasitas Adsorpsi ( $q$ ) larutan  $Pb(NO_3)_2$  pada setiap konsentrasi Kapuk Treated  $NaClO$

Tabel 6. Kapasitas Adsorpsi Serat Kapuk pada Ion logam  $Cu^{2+}$

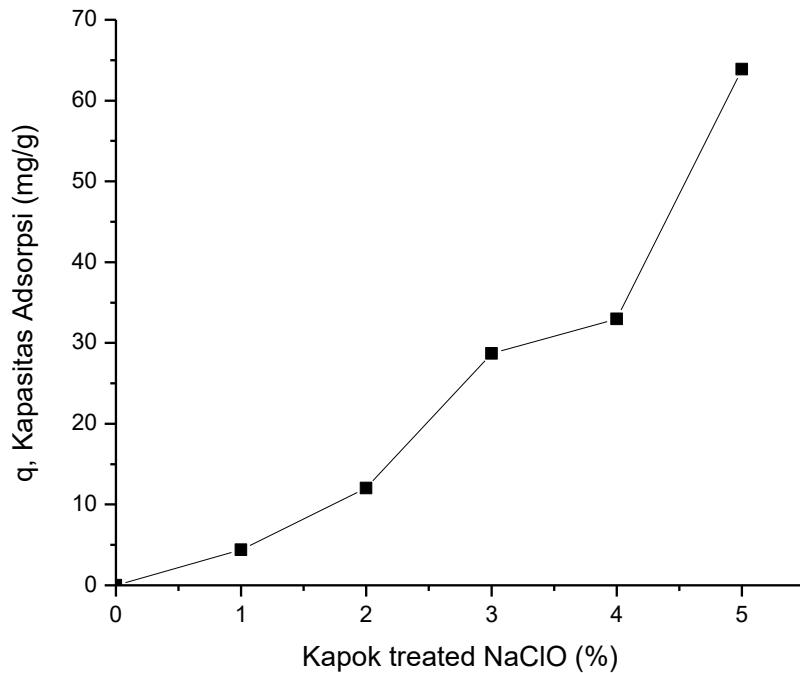
No	Kapuk Treated NaClO	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	V (L)	Mawal (g)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
1	0%	0	0	0	0	0
2	1%	623	531	0.5	1.6	28.75
3	2%	617	512	0.5	1.55	33.87
4	3%	643	517	0.5	1.67	37.72
5	4%	644	490	0.5	1.7	45.29
6	5%	667	496	0.5	1.47	58.16



Gambar 15. Kurva perubahan Kapasitas Adsorpsi ( $q$ ) larutan  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  pada setiap konsentrasi Kapuk Treated  $NaClO$

Tabel 7. Kapasitas Adsorpsi serat kapuk pada Ion Logam Ni+

No	Kapuk Treated $NaClO$	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	V (L)	Mawal (g)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
1	0%	0	0	0	0	0
2	1%	613	597	0.5	1.82	4.39
3	2%	615	582	0.5	1.37	12.04
4	3%	613	524	0.5	1.55	28.71
5	4%	633	513	0.5	1.82	32.97
6	5%	690	460	0.5	1.8	63.89



*Gambar 16. Kurva perubahan Kapasitas Adsorpsi ( $q$ ) larutan  $NiNO_3.6H_2O$  pada setiap konsentrasi Kapuk Treated NaClO*

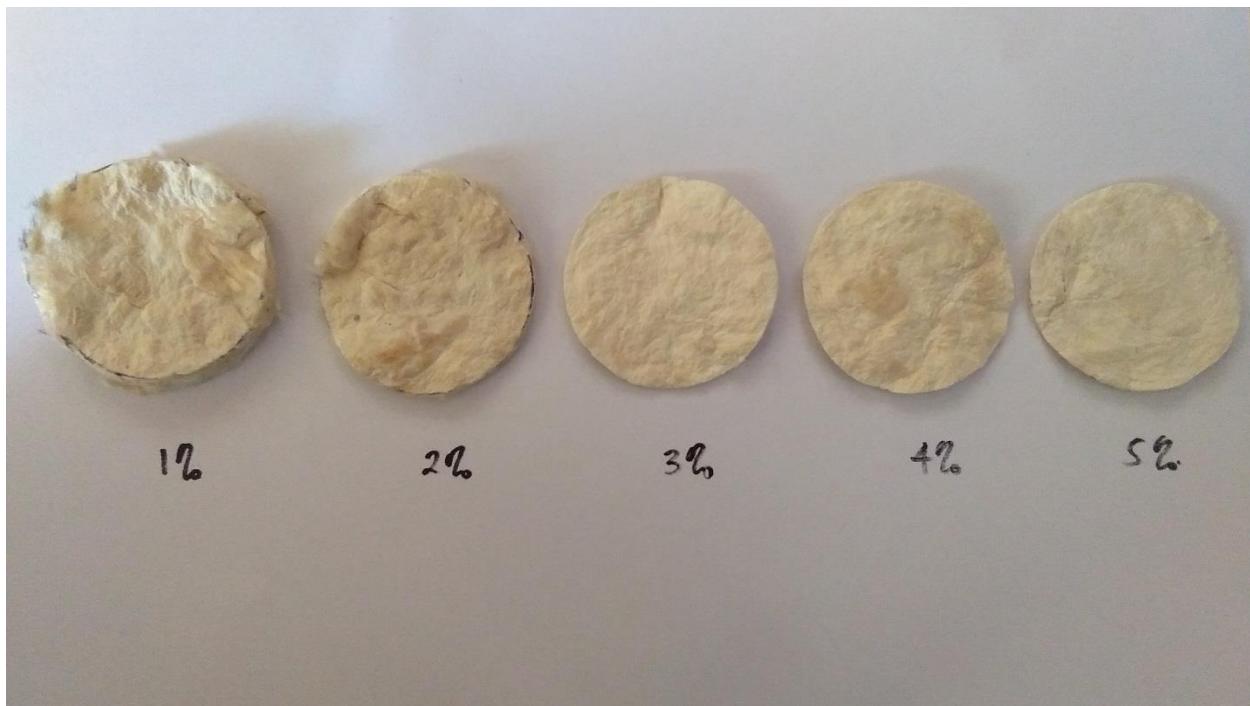
Dari data hasil uji adsorpsi logam berat, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi NaClO yang digunakan pada serat kapuk, maka kemampuan kapuk dalam menyerap logam berat semakin tinggi. Dokumentasi kegiatan dapat dilihat pada lampiran.

g. Prototype lembaran komposit serat alam.

Kapuk sebagai kandidat material adsorben memiliki kemampuan menyerap ion logam seperti yang disampaikan sebelumnya. Namun, kita semua tahu bahwa serat kapuk merupakan serat halus, sehingga tidak memiliki nilai kekuatan Tarik dan elongasi pada seratnya. Oeh karena itu dalam pengamplikasian pada pekerjaan yang membutuhkan kekuatan, perlu pembuatan komposit serat alam sehingga mampu meningkatkan kekuatan serat tapi tetap memiliki sifat sebagai adsorben.

Seperti yang telah dilaporkan pada penelitian Tahun ke-2, bahwa serat sabut kelapa memiliki kekuatan mekanis setelah dibersihkan menggunakan pelarut yang sama (NaClO) bahkan kekuatan mekanis dan termalnya meningkat pada konsentrasi 3 sampai 4% NaClO. Oleh karena itu, peneliti menggunakan serat sabut kelapa dan serat sintesis (benang) untuk meningkatkan

kekuatan serat kapuk membentuk komposit. Hasil prototype lembaran yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 17-21 berikut.



*Gambar 17. Lembaran Serat Kapuk*



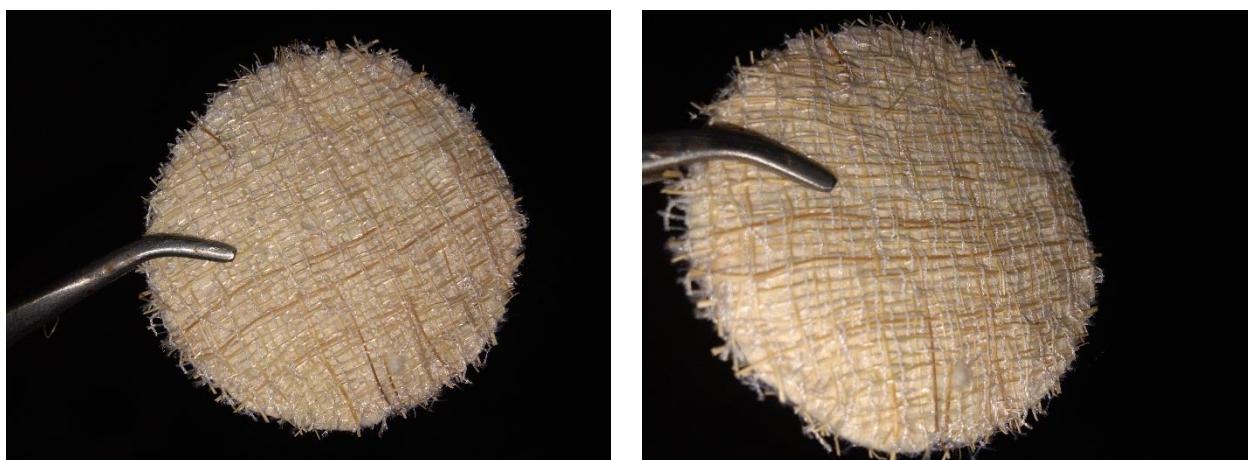
*Gambar 18. Lembaran Komposit Serat Kapuk-Serat Sintesis*



Gambar 19 Serat Kapok-serat sintesis tampak depan dan samping (Kapok treated NaClO 3%)



Gambar 20 Lembaran Komposit Serat Kapuk-Sabut kelapa-serat sintesis





Gambar 21 Serat Kapok-Sabut kelapa-serat sintesis tampak depan dan samping (Kapok treated  $NaClO$  3%)

## **BAB 6. LUARAN**

Luaran Tahun ke-3 adalah:

- a. Artikel dimuat di Jurnal Internasional bereputasi (Proses Review ke-2)
- b. Artikel dimuat di Jurnal nasional (dalam proses)
- c. Produk/ Prototipe (Telah jadi)

## BAB 7. PENUTUP

### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada Tahun ketiga maka peneliti menyimpulkan beberapa hal:

1. Pelarut NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup> mampu merubah gugus fungsi serat kapuk sehingga terjadi perubahan sifat dari hidrofobik menjadi bersifat hidrofilik
2. Konsentrasi terbaik pada 3 – 4% NaClO. Hal ini karena kekuatan mekanik dan ketahanan panas terbaik berada pada rentang konsentrasi tersebut.
3. Semakin tinggi konsentrasi pelarut, maka daya adsorpsi material komposit serat kapuk semakin tinggi
4. Berdasarkan hal tersebut, peneliti merekomendasikan pelarut Oksidator NaClO<sup>(1)</sup>-NaOH-NaClO<sup>(2)</sup> dengan konsentrasi 3 hingga 4%

### 7.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian utama:

Saran pada penelitian ini adalah jika penelitian ini akan dikembangkan, untuk dapat menguji sifat adsorpsi dari komposit serat kapuk dengan perbedaan konsentrasi larutan logam berat. Hal ini agar dapat menentukan persamaan Langmuir dan Friedrich dari laju dan kapasitas adsorpsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. A., Rahmah, A. U., & Man, Z. (2010). Physicochemical and sorption characteristics of Malaysian Ceiba pentandra (L.) Gaertn. as a natural oil sorbent. *Journal of Hazardous Materials*, 177(1–3), 683–691. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.12.085>
- Abraham, E., Deepa, B., Pothen, L. A., Cintil, J., Thomas, S., John, M. J., ... Narine, S. S. (2013). Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre. *Carbohydrate Polymers*, 92(2), 1477–1483. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.10.056>
- Abral, H., Kadriadi, D., Rodianus, A., Mastariyanto, P., Ilhamdi, Arief, S., ... Ishak, M. R. (2014). Mechanical properties of water hyacinth fibers - polyester composites before and after immersion in water. *Materials and Design*, 58, 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.01.043>
- Ali, M. (2010). Coconut fibre – a versalite materials and its applications in engineering. *Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies*. Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy
- Chung, B. Y., Cho, J. Y., Lee, M. H., Wi, S. G., Kim, J. H., Kim, J. S., ... Nho, Y. C. (2008). Adsorption of heavy metal ions onto chemically oxidized Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (Kapuk) fibers. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 51(1), 28–35.
- De Oliveira, P. F., & Marques, M. D. F. V. (2014). Comparison between coconut and curaua fibers chemically treated for compatibility with PP matrixes. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 33(5), 430–439. <https://doi.org/10.1177/0731684413516392>
- Dhanabalan, A. V., & Laga, S. K. (n.d.). “Kapuk Fibre : A Perspective Fibre ,” 1–13.
- Duan, C., Zhao, N., Yu, X., Zhang, X., & Xu, J. (2013). Chemically modified kapuk fiber for fast adsorption of Pb<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> from aqueous solution. *Cellulose*, 20(2), 849–860. <https://doi.org/10.1007/s10570-013-9875-9>
- Fernandes, E.G., Pietrini, M., and Chiellini, E. (2004). Bio-based polymeric composites comprising wood flour as filler, *Biomacromolecules*, 5, 1200–1205
- Hori, K., Flavier, M. E., Kuga, S., Lam, T. B. T., & Iiyama, K. (2000). Excellent oil absorbent kapuk [Ceiba pentandra (L.) Gaertn.] fiber: Fiber structure, chemical characteristics, and application. *Journal of Wood Science*, 46(5), 401–404. <https://doi.org/10.1007/BF00776404>
- Istirokhatun, T., Rokhati, N., Rachmawaty, R., Meriyani, M., Priyanto, S., & Susanto, H. (2015). Cellulose Isolation from Tropical Water Hyacinth for Membrane Preparation. *Procedia*

*Environmental Sciences*, 23(Ictcred 2014), 274–281.  
<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.041>

Kang, Y., Park, B., Park, S., Kang, N. G., & Kim, H. (2011). Sorption Behaviors of Cotton, Kapuk , and Rayon Fibers in Heavy Metal Solutions, 48(6), 386–392.

Khatun, S., & Sutradhar, K. B. (2014). Water hyacinth: A possible alternative rate retarding natural polymer used in sustained release tablet design. *Frontiers in Pharmacology*, 5 JUN. <https://doi.org/10.3389/fphar.2014.00137>

Liu, J., & Wang, F. (2011). Influence of Mercerization on Micro-structure and Properties of Kapuk Blended Yarns with Different Blending Ratios. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 6(3), 63–68.

Lojewska, J., Miskowiec, P., Lojewski, T., & Pronienwicz, L. M. (2005). Cellulose oxidative and hydrolytic degradation: in situ FTIR approach. *Polymer Degradation & Stability*, 88, 512–520.

Madrid, J. F., Nuesca, G. M., & Abad, L. V. (2014). Amine functionalized radiation-induced grafted water hyacinth fibers for Pb<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>and Cr<sup>3+</sup>uptake. *Radiation Physics and Chemistry*, 97, 246–252. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2013.12.009>

Mulyawan, A.S., Sana, A.W., Kaelani, Z. (2015). Identification of Physical and Thermal Properties of, (1), 75–82.

Mwaikambo, L. Y., & Ansell, M. P. (2001). The determination of porosity and cellulose content of plant fibers by density methods. *Journal of Materials Science Letters*, 20(23), 2095–2096. <https://doi.org/10.1023/A:1013703809964>

Netai, M. M., Jameson, K., & Mark, F. Z. (2016). Surface composition and surface properties of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) root biomass: Effect of mineral acid and organic solvent treatment. *African Journal of Biotechnology*, 15(21), 897–909.  
<https://doi.org/10.5897/AJB2015.15068>

Pakaya, F., Ardhyananta, H., & Wicaksono, S. T. (2017). Mechanical Properties and Thermal Stability of Epoxy/RTV Silicone Rubber. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 28(1), 7. <https://doi.org/10.12962/j20882033.v28i1.2216>

Prachayawarakorn, J., Chaiwatyothisin, S., Mueangta, S., Hanchana, A. (2013). Effect of jute and kapuk fibers on properties of thermoplastic cassava starch composites. *Mater. Des.* 47, 309 – 315

Rajan, A. and T. E. Abraham. (2006). Coir Fiber-Process and Opportunities. *Journal of Natural Fibers*, 3, 29-41.

- Reddy, N., & Yang, Y. (2005). Structure and properties of high quality natural cellulose fiber from cornstalks. *Polymer*, 46, 5494–5500.
- Romli, F. I., Alias, A. N., Rafie, A. S. M., & Majid, D. L. A. A. (2012). Factorial Study on the Tensile Strength of a Coir Fiber-Reinforced Epoxy Composite. *AASRI Procedia*, 3, 242–247. <https://doi.org/10.1016/j.aasri.2012.11.040>
- Sapuan, S. M., Pua, F. L., El-Shekeil, Y. A., & AL-Oqla, F. M. (2013). Mechanical properties of soil buried kenaf fibre reinforced thermoplastic polyurethane composites. *Materials and Design*, 50, 467–470. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.03.013>
- Sari, P. S., Spatenka, P., Jenikova, Z., Grohens, Y., & Thomas, S. (2015). New type of thermoplastic bio composite: Nature of the interface on the ultimate properties and water absorption. *RSC Advances*, 5(118), 97536–97546. <https://doi.org/10.1039/c5ra16311k>
- Soenjaya, S. A., Handoyo, N., Soetaredjo, F. E., Angkawijaya, A. E., Ju, Y. H., & Ismadji, S. (2015). Preparation of carbon fiber from water hyacinth liquid tar. *International Journal of Industrial Chemistry*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s40090-014-0026-4>
- Soni, B., Hassan, E. B., & Mahmoud, B. (2015). Chemical isolation and characterization of different cellulose nanofibers from cotton stalks. *Carbohydrate Polymers*, 134, 581–589. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.08.031>
- Sundari, M.T., and Ramesh, A.—Isolation and characterization of cellulose nanofibers from the aquatic weed water hyacinth—Eichhornia crassipes,|| Carbohydrate Polymers, vol. 87, pp. 1701–1705, 2012
- Suryanto, H. (2016). Review Serat Alam : Komposisi, Struktur dan Sifat Mekanis. *ResearchGate*, (October), 1–14. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/309421383>
- Thakur, V. K., & Singha, A. S. (2010). Mechanical and water absorption properties of natural fibers/polymer biocomposites. *Polymer - Plastics Technology and Engineering*, 49(7), 694–700. <https://doi.org/10.1080/03602551003682067>
- Thi, B. T. N., Thanh, L. H. V., Lan, T. N. P., Thuy, N. T. D., & Ju, Y.-H. (2017). Comparison of Some Pretreatment Methods on Cellulose Recovery from Water Hyacinth (Eichhornia Crassipe). *Journal of Clean Energy Technologies*, 5(4), 274–279. <https://doi.org/10.18178/JOCET.2017.5.4.382>
- Tye, Y. Y., Lee, K. T., Wan Abdullah, W. N., & Leh, C. P. (2012). Potential of Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (kapuk fiber) as a resource for second generation bioethanol: Effect of various simple pretreatment methods on sugar production. *Bioresource Technology*, 116, 536–539. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.04.025>

- Tumolva, T., Ortenero, J., Kubouchi, M., & City, Q. (2013). Characterization and Treatment of Water. *International Conference on Composite Materials*, 1–11.
- Veerakumar, A., Selvakumar, N. (2012). A preliminary investigation on kapuk/polypropylene nonwoven composite for sound absorption. *Indian J. Fiber Text.* 37 (4), 385 – 388
- Venkata Reddy, G., Venkata Naidu, S., & Shobha Rani, T. (2008). A Study on Hardness and Flexural Properties of Kapuk/Sisal Composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 28(16), 2035–2044. <https://doi.org/10.1177/0731684408091682>
- Wahi, R., Chuah, L. A., Choong, T. S. Y., Ngaini, Z., & Nourouzi, M. M. (2013). Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: An overview. *Separation and Purification Technology*, 113, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2013.04.015>
- Wang, F., Zheng, Y., Zhu, Y., & Wang, A. (2016). Oriented Functionalization of Natural Hollow Kapuk Fiber for Highly Efficient Removal of Toxic Hg(II) from Aqueous Solution. *Frontiers in Environmental Science*, 4(February), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00004>
- Wang, R., Shin, C. H., Kim, D., Ryu, M., & Park, J. S. (2016). Adsorption of heavy metals and organic contaminants from aqueous stream with chemically enhanced kapuk fibers. *Environmental Earth Sciences*, 75(4), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5254-9>
- Wang, J., Zheng, Y., & Wang, A. (2012). Effect of kapuk fiber treated with various solvents on oil absorbency. *Industrial Crops and Products*, 40(1), 178–184. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.03.002>
- Wang, R., Shin, C. H., Park, S., Park, J. S., Kim, D., Cui, L., & Ryu, M. (2014). Removal of lead (II) from aqueous stream by chemically enhanced kapuk fiber adsorption. *Environmental Earth Sciences*, 72(12), 5221–5227. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3804-6>
- Xu, C., Zhu, S., Xing, C., Li, D., Zhu, N., & Zhou, H. (2015). Isolation and properties of cellulose nanofibrils from coconut palm petioles by different mechanical process. *PLoS ONE*, 10(4), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122123>
- Yahya, M & Arifin, Y.I. (2013). Studi sifat optik dan permukaan serat kapuk (Ceiba pentandra Gaertn Lat.) untuk aplikasi adsorber pada remediasi logam merkuri dari lingkungan pertambangan emas. Laporan akhir penelitian fundamental: UNG
- Zaman, H.U., Beg, MDH. (2014). Preparation, structure, and properties of the coir fiber/polypropylene composites. *Composite Mater.*, 48(26) 3293–3301: <http://doi.org/10.1177/0021998313508996>
- Zheng, Y., Zhu, Y., & Wang, A. (2014). Kapuk fiber structure-oriented polyallylthiourea: Efficient adsorptive reduction for Au(III) for catalytic application. *Polymer (United Kingdom)*, 55(20), 5211–5217. <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2014.08.040>

## LAMPIRAN

### Artikel Ilmiah Internasional Bereputasi

The screenshot shows an email in the Yahoo inbox. The subject is "Journal of Engineered Fibers and Fabrics JEFF-20-0191". The email is from "Journal of Engineered Fibers and Fabrics <onbehalfof@manuscriptcentral.com>" and is addressed to "Kepada: eduard@ung.ac.id, idham\_lahay@ung.ac.id, byg\_machmoed@yahoo.com, fahriadi.pakaya@yahoo.co.id". The date is "Sab, 12 Sep jam 07:44". The body of the email contains a message about the manuscript "Influence of Oxidation-Alkalization Treatment on Crystallinity index and thermal stability of Indonesian Kapok fiber (Ceiba pentandra (L))" being submitted online. It mentions the manuscript ID JEFF-20-0191, the article processing charge of \$2,000 USD, and the authors listed: Wolok, Eduart; Lahay, Idham; Machmoed, Buyung; Pakaya, Fahriadi. It also provides instructions for future correspondence and encourages the use of ORCID IDs.

The screenshot shows the "Journal of Engineered Fibers and Fabrics" dashboard. The top navigation bar includes links for "Home", "Author", and "Review". The "Author" tab is selected. The "Author Dashboard" section shows "1 Manuscripts with Decisions" and "1 Manuscripts Awaiting Revision". The main content area is titled "Manuscripts Awaiting Revision" and displays a table with one row. The table columns are ACTION, STATUS, ID, TITLE, SUBMITTED, and DECISIONED. The row shows: ACTION "create a revision", STATUS "ADM: Kyosev, Yordan", ID "JEFF-20-0191", TITLE "Influence of Oxidation-Alkalization Treatment on Crystallinity index and thermal stability of Indonesian Kapok fiber (Ceiba pentandra (L))", SUBMITTED "11-Sep-2020", and DECISIONED "13-Nov-2020". Below the table, there is a link "view decision letter".