



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jl. Brigjen H. Hasan Basry Kotak Pos 219 Banjarmasin 70123

Telp/Fax : (0511) 3305240

Laman : <http://lppm.uim.ac.id>

KONTRAK PENELITIAN
Penelitian Tesis Magister
Tahun Anggaran 2020
Nomor : 113.1.04/UN8.2/PG/2020

Pada hari ini **Senin** tanggal **Enam Belas** bulan **Maret** tahun **Dua Ribu Dua Puluh** (16-03-2020), kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. Prof. Dr. Ir. H. Danang Biyatmoko, M.Si : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Lambung Mangkurat, yang berkedudukan di Jl. Brigjend H. Hasan Basry Banjarmasin, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;

2. Dr. AGUS MIRWAN S.T, M.T : Dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2020 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian Tesis Magister Tahun Anggaran 2020 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
Ruang Lingkup Kontrak

PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Penelitian Tesis Magister Tahun Anggaran 2020 dengan judul "EKSTRAKSI SILIKA DENGAN GELOMBANG MIKRO DARI LUMPUR PENGOLAHAN AIR DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN".

Pasal 2
Dana Penelitian

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan Penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar **Rp. 37.783.000,- (Tiga puluh tujuh juta tujuh ratus delapan puluh tiga ribu rupiah)** sudah termasuk pajak;
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional, Nomor SP DIPA-042.06.1.401516/2020, tanggal 12 November 2019.

Pasal 3
Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran Tahap Pertama akan dilaksanakan secara sekaligus yakni sebesar 100% dari total dana penelitian yaitu **Rp. 37.783.000,- (Tiga puluh tujuh juta tujuh ratus delapan puluh tiga ribu rupiah)**, yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah revisi proposal penelitian dan membuat rancangan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai ke Laman SIMLITABMAS, serta menandatangani Kontrak Penelitian TA 2020;
 - b. Pembayaran Tahap Kedua, dana luaran tambahan sebesar **Rp. 15000000,- (Lima belas juta rupiah)**, dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah ke SIMLITABMAS yaitu Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian, Catatan Harian Pelaksanaan Penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan paling lambat tanggal 18 September 2020;
 - c. Biaya tambahan dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** apabila luaran tambahan dinyatakan valid oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening sebagai berikut:

Nama	: Bpk Agus Mirwan
Nomor Rekening	: 0201034191
Nama Bank	: BNI
NPWP	: 14.828.401.1-732.000

- (3) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data penelitian, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Pasal 4
Jangka Waktu

PIHAK KEDUA harus menyelesaikan seluruh pekerjaan yang dibuktikan dengan pengunggahan pada laman (*website*) SIMLITABMAS.

- (1) Catatan harian dan laporan kemajuan pelaksanaan Penelitian paling lambat tanggal 18 September 2020;
- (2) Laporan akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profile, pada tanggal 16 November 2020 (bagi penelitian tahun terakhir).

Pasal 5
Target Luaran

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian;
- (2) **PIHAK KEDUA** diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian;
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 6
Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
 - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5;
 - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
 - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
 - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran Penelitian Tesis Magister dengan judul EKSTRAKSI SILIKA DENGAN GELOMBANG MIKRO DARI LUMPUR PENGOLAHAN AIR DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN dan catatan harian pelaksanaan penelitian;
 - c. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** laporan penggunaan dana;
 - e. **PIHAK KEDUA** berkewajiban mencantumkan pemberi dana penelitian dalam Publikasi Ilmiah, Makalah, dan/atau Ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini;
 - f. Materai dan biaya lainnya yang berkaitan dengan Surat Penugasan Pelaksanaan Penelitian ini menjadi beban **PIHAK KEDUA** sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Pasal 7
Laporan Pelaksanaan Penelitian

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan, BCHP, laporan akhir, luaran penelitian dan laporan penggunaan

- anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**;
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Kemajuan, SPTB atas dana penelitian yang telah ditetapkan dan Buku Catatan Harian Penelitian yang telah dilaksanakan ke SIMLITABMAS paling lambat **18 September 2020**;
 - (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan, BCHP dan SPTB kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat **21 September 2020**;
 - (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profil pada SIMLITABMAS paling lambat **16 November 2020 (bagi penelitian tahun terakhir)**;
 - (5) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Akhir, Capaian Hasil, Poster, Artikel Ilmiah, Profil dan Laporan Penggunaan Anggaran 100% kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat **19 November 2020**;
 - (6) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) ditulis dalam format font Times New Romans ukuran 12 spasi 1,5 kertas A4 pada bagian bawah sampul (cover) ditulis :

Dibiayai oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional
sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2020
Nomor : 043/SP2H/LT/DRPM/2020

- (7) *Softcopy* laporan hasil program penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (5) harus diunggah ke laman (*website*) SIMLITABMAS sedangkan *hardcopy* harus disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 8 **Monitoring dan Evaluasi**

- (1) **PIHAK PERTAMA** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2020 ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional;
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak hadir dalam kegiatan Pemonitoran dan Evaluasi tanpa pemberitahuan sebelumnya, maka **PIHAK KEDUA** tidak berhak menerima sisa dana tahap kedua.

Pasal 9 **Penilaian Luaran**

1. Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Kemite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

Pasal 10 **Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan**

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan.

Pasal 11
Penggantian Ketua Pelaksana

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**;
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara;
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 12
Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan Kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut;
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 13
Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara;
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 14
Pajak-Pajak

PIHAK KEDUA wajib menyetor pajak ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa :

1. Pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10% dan PPh 22 sebesar 1,5%
2. Pajak - pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 15
Peralatan Dan/Alat Hasil Penelitian

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Lambung Mangkurat melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).

Pasal 16
Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

Pasal 17
Lain-lain

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri;
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.



PIHAK KEDUA

Dr. AGUS MIRWAN S.T, M.T
NIDN 0019087603

MENGETAHUI
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Dr. Bani Noor Mochamad, S.T., M.T.
NIDN. 0030047201

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Karakterisasi Limbah Padat Lumpur (LPL) Instalasi Pengolahan Air (IPA)

Analisis X-Ray Fluorescence (XRF)

Spektrometer XRF merupakan metode uji yang digunakan untuk menganalisis unsur yang terkandung dalam bahan secara kualitatif maupun kuantitatif. Pengujian XRF memiliki beberapa keunggulan, diantaranya waktu pengujian yang singkat serta preparasi bahan yang tidak terlalu rumit. Karakterisasi LPL dengan XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia utama yang ada pada LPL sebelum dan sesudah kalsinasi selama 120 menit pada suhu 700 °C yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Kimia LPL Sebelum dan Setelah Kalsinasi

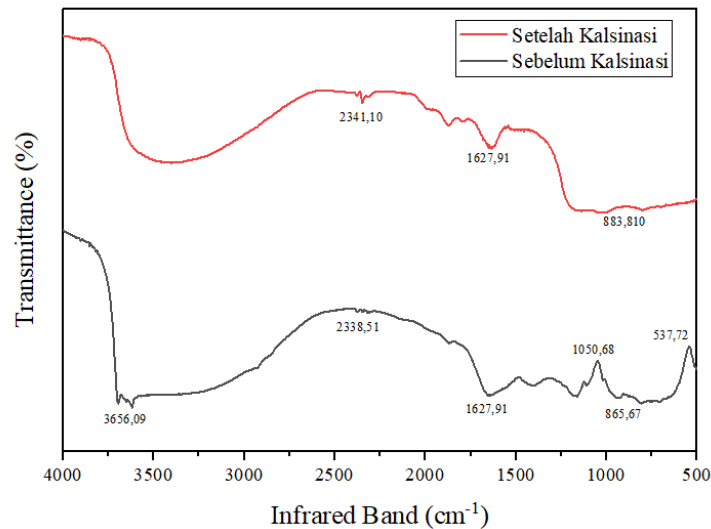
Senyawa	Komposisi Massa (%)	
	Sebelum Kalsinasi	Setelah Kalsinasi
SiO ₂	43,2	44,6
Fe ₂ O ₃	28,04	25,85
Al ₂ O ₃	22	23
TiO ₂	1,66	1,60
K ₂ O	1,65	1,61
CaO	1,30	1,18
P ₂ O ₅	0,87	0,87
MnO	0,76	0,72
Eu ₂ O ₃	0,35	0,33
Cr ₂ O ₃	0,11	0,11
CuO	0,10	0,083
Re ₂ O ₇	0,10	0,08
NiO	0,095	0,091
V ₂ O ₅	0,080	0,089
ZnO	0,059	0,055

Komponen utama yang terkandung dalam LPL terdiri dari silika oksida (SiO₂), besi oksida (Fe₂O₃) dan aluminium oksida (Al₂O₃), serta beberapa mineral lainnya dalam jumlah kecil. Hasil analisis ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mirwan et al. [1], dimana LPL memiliki 3 komponen kimia utama yaitu SiO₂, Fe₂O₃ dan Al₂O₃ serta beberapa mineral lainnya. Silika (SiO₂) pada LPL memiliki persentase massa yang besar sehingga silika dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Persentase massa SiO₂ yang ditunjukkan oleh Tabel 1 sebesar 43,2% sebelum kalsinasi dan 44,6% setelah kalsinasi. Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Mirwan et al. [1] dengan persentase SiO₂ yaitu sebesar 49,15%.

Sebelum proses kalsinasi, LPL mengandung material karbon yang tinggi dengan kandungan mineral yang lebih rendah. Sebaliknya, kandungan mineral pada LPL menjadi lebih tinggi setelah proses kalsinasi. Hal ini disebabkan penurunan kandungan material karbon akibat suhu yang tinggi saat proses kalsinasi [2].

Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR)

FTIR merupakan analisis yang dilakukan dengan melihat bentuk spektrum suatu senyawa berupa puncak-puncak spesifik yang menunjukkan jenis gugus fungsional yang dimiliki oleh suatu senyawa. Karakterisasi LPL dengan FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi setiap gugus fungsional yang dimiliki oleh mineral penyusunnya dengan analisis puncak spektrum pada rentang *band* 4000-500 cm⁻¹. Hasil karakterisasi FTIR ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 2 yang menggambarkan gugus fungsi LPL sebelum dan sesudah kalsinasi pada suhu 700 °C.



Gambar 1 Spektrum FTIR LPL sebelum dan setelah kalsinasi

Tabel 2 Lakukan *Infrared* Spektroskopi (IR) LPL Sebelum dan Setelah Kalsinasi

<i>Infrared Band</i> (cm ⁻¹)		Gugus Fungsi
Sebelum Kalsinasi	Setelah Kalsinasi	
3656,09	-	H-O-H str
2338,51	2341,10	Si-O-Si def vib
1627,91	1627,91	H-O-H def vib
1050,68	-	Si-O str
865,67	883,81	Si-O-Si asy str
537,72	-	Si-O-Si sym str

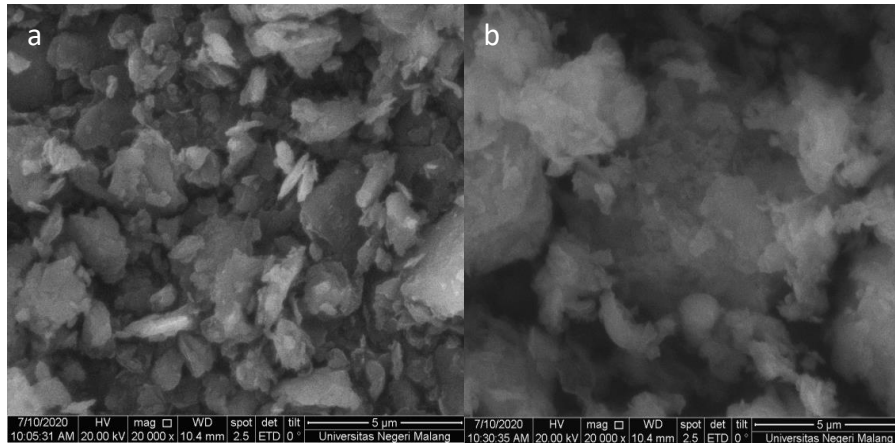
Gambar 1 menunjukkan spektrum yang telah dianalisis dengan FTIR dengan beberapa puncak gugus fungsi yang dimiliki silika dan pengotor-pengotor lainnya yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya. Pita serapan yang melebar pada bilangan gelombang 3656,09 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur gugus -OH dari Si-OH. Gugus ini dipertegas lagi dengan adanya puncak spektrum di bilangan gelombang 1627,91 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya vibrasi tekuk pada gugus -OH dari Si-OH [3]. Bilangan gelombang 2338,51 cm⁻¹ dan 2341,10 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi tekuk Si-O dari siloksan (Si-O-Si) [4]. Sedangkan, vibrasi ulur Si-O pada siloksan (Si-O-Si) ditunjukkan oleh bilangan gelombang 1050,68 cm⁻¹ [5]. Puncak spektrum pada bilangan gelombang 865,67 cm⁻¹ dan 883,810 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur asimetris pada gugus Si-O-Si [6]. Vibrasi ulur simetris pada gugus Si-O-Si pada bilangan gelombang 537,72 cm⁻¹ [5].

Setelah dilakukan kalsinasi, puncak yang menunjukkan gugus -OH akan semakin lebar dan kecil. Hal ini teramati pada serapan untuk vibrasi tekuk dan ulur -OH dari Si-OH dan menunjukkan bahwa senyawa tersebut mulai menguap [7]. Selain itu, terjadi pergeseran serapan khas material berkerangka silikat ke arah bilangan gelombang yang lebih besar yang teramati pada serapan untuk vibrasi ulur asimetris pada gugus Si-O-Si. Hal ini menunjukkan bahwa proses kalsinasi memperkuat ikatan penyusun kerangka silikat [8].

Berdasarkan hasil spektrum inframerah, gugus fungsi yang terdapat pada silika dalam LPL adalah gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Firdaus et al. [6] bahwa pola serapan silika yang muncul umumnya adalah gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si). Dengan adanya gugus aktif tersebut, silika pada LPL dapat dimanfaatkan sebagai adsorben pada proses adsorpsi ion logam [9].

Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM) dengan disperse energi X-ray microanalysis (EDX)

SEM-EDX digunakan untuk karakterisasi kimia morfologis secara kualitatif menggunakan sinar-X yang direkam spektrometer disperse energi untuk pengukuran komposisi unsur dalam suatu sampel. Pada penelitian ini, LPL sebelum dan setelah dilakukan kalsinasi selama 120 menit pada suhu 700°C dikarakterisasi dengan SEM-EDX untuk mengetahui bentuk morfologi dengan resolusi 20.000 kali yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Karakterisasi LPL a) sebelum dan b) setelah proses kalsinasi menggunakan SEM-EDX

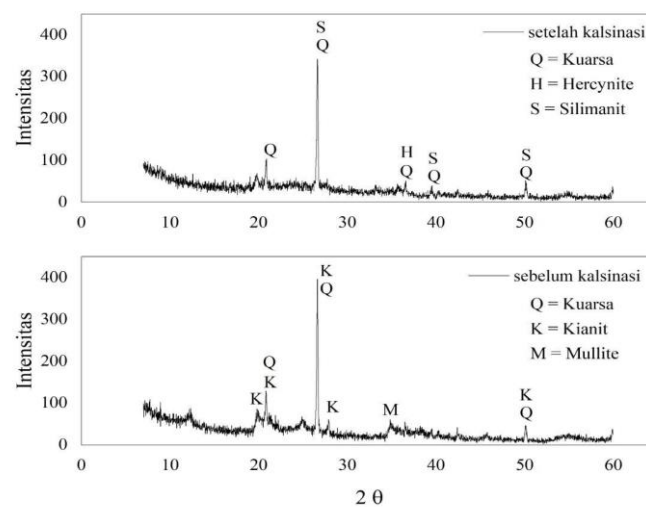
Tabel 3 Komposisi unsur dominan penyusun LPL PDAM Banjarmasin sebelum dan sesudah proses kalsinasi

Unsur Penyusun	Sebelum Kalsinasi		Sesudah Kalsinasi	
	Wt (%)	At (%)	Wt (%)	At (%)
Si	23,62	17,31	23,97	18,51
Al	15,49	11,81	16,66	13,39
Fe	7,79	2,87	9,55	3,71

Unsur penyusun LPL mengalami peningkatan setelah proses kalsinasi. Hal ini disebabkan silika yang terkandung dalam LPL yang berikatan dipecah menjadi silika bebas selama proses kalsinasi. Pemecahan ini biasanya dilakukan pada senyawa kompleks dengan pemanasan sehingga ikatan akan terlepas akibat terjadi reaksi zat padat pengkristalan dan peleburan [10]. Proses kalsinasi dilakukan untuk melepas ikatan senyawa kompleks dalam kaolin dengan cara memecah senyawa kompleks kaolin $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ menjadi $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Proses ini juga bertujuan untuk menjaga stabilitas termal kaolin dan memperbesar pori-pori permukaannya menggunakan suhu kalsinasi antara 200-800°C.

Analisis X-Ray Diffraction (XRD)

XRD digunakan untuk mengidentifikasi material kristalit meliputi struktur kristalit (kualitatif) dan fasa (kuantitatif) memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar-X. Pada penelitian ini, karakterisasi LPL sebelum dan setelah dilakukan proses kalsinasi selama 120 menit pada suhu 700°C dianalisis dengan XRD pada sudut 2θ dan kisaran 7°- 60° untuk mengidentifikasi struktur molekul khususnya gugus fungsi yang ada pada mineral penyusun LPL seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3 Karakterisasi LPL sebelum dan setelah proses kalsinasi dengan XRD

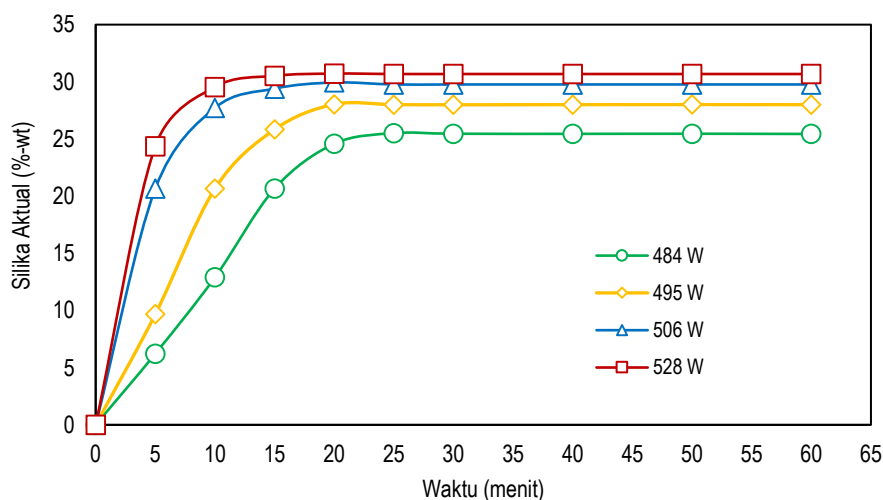
Berdasarkan database PDF-2 nama mineral *kianit* (nomor pola referensi 00-011-0046) merupakan senyawa aluminium silikat dengan struktur kristal *anorthic*. *Mullite* (nomor pola referensi 00-015-0776) merupakan senyawa aluminium silikat dengan

struktur kristal ortorombik. *Kuarsa* (nomor pola referensi 00-046-1045) merupakan senyawa silikon dioksida dengan struktur kristal heksagonal. *Silimanit* (nomor pola referensi 00-038-0471) merupakan senyawa aluminium silikat dengan struktur kristal ortorombik. Dan *Hercynite* (nomor pola referensi 00-034-0192) merupakan senyawa besi aluminium oksida dengan struktur kristal kubus.

Hasil Proses *Microwave-assisted Leaching*

Pengaruh Daya *Microwave*

LPL pengolahan air yang sudah dikalsinasi pada suhu 700°C selama 120 menit kemudian dilakukan proses *leaching* menggunakan *microwave* dengan variasi daya (*power*) 484, 495, 506, dan 528 W dan waktu *leaching* selama 60 menit. Suhu *leaching* dijaga konstan pada 90 °C menggunakan termokopel yang dipasangkan pada unit *microwave* yang terhubung ke unit kontrol suhu. Hal ini dilakukan agar suhu reaksi dapat dipertahankan dengan mengatur keluaran daya magnetron dari gelombang mikro. Larutan NaOH 10 M sebanyak 250 mL dan 5 gram LPL di *leaching* dengan kecepatan pengadukan 300 rpm hingga dihasilkan silika yang dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada interval waktu tertentu. Hasil silika yang diperoleh dengan proses *microwave-assisted leaching* pada variasi daya *microwave* dan waktu ditunjukkan pada Gambar 4.



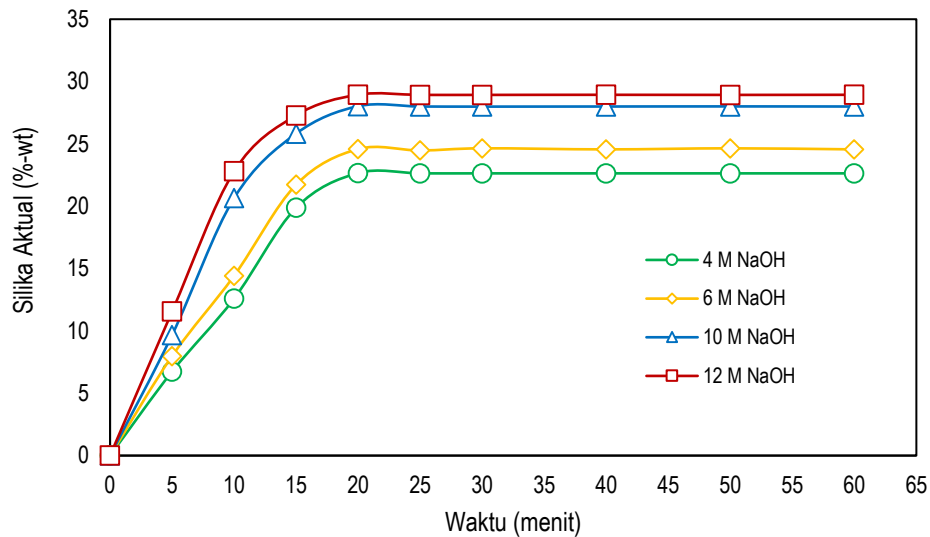
Gambar 4 Pengaruh daya *microwave* terhadap perolehan silika aktual sebagai fungsi waktu *leaching*

Gambar 4 menunjukkan silika aktual (%-wt) yang diperoleh meningkat seiring dengan peningkatan daya *microwave*. Daya *microwave* 528 W memberikan konsentrasi silika aktual terbesar yaitu sekitar 30,71 %-wt dengan waktu reaksi 20 menit. Hal ini menunjukkan adanya peran daya *microwave* sebagai *driving force* untuk memecah struktur LPL sehingga silika dapat berdifusi keluar dan larut dalam pelarut. Peningkatan daya *microwave* akan meningkatkan *yield* dan mempercepat waktu reaksi [11]. Menurut Bayca [12], pemanasan larutan ketika menggunakan radiasi gelombang mikro, ion-ion akan bergetar dan berpindah akibat dari radiasi yang ditimbulkan oleh *microwave* sehingga fenomena transfer massa antara silika dari LPL menuju larutan akan meningkat. Hal tersebut juga didukung oleh Behera et al. [13] bahwa meningkatnya daya *microwave* maka *yield* yang diperoleh dari ekstraksi logam tembaga dan kromium juga meningkat dalam waktu yang singkat.

Lebih lanjut silika aktual (%-wt) yang diperoleh akan meningkat seiring dengan peningkatan waktu reaksi. Kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada waktu 5-20 menit namun dari menit ke-20 sampai menit ke-60 tidak terjadi perubahan yang signifikan. Semakin lama waktu ekstraksi, maka kadar silika yang terikat dengan larutan basa silikat akan semakin tinggi [14]. Namun ketika tercapai waktu optimumnya, maka tidak ada perbedaan yang signifikan setelah waktu ekstraksi yang lebih lama [15]. Hal yang sama juga disampaikan oleh Hidayati et al. [16] bahwa silika aktual yang diperoleh dari lempung gambut menggunakan *microwave-assisted leaching* juga mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu namun pada menit ke-20 sampai menit ke-60 tidak terjadi perubahan yang signifikan.

Pengaruh Konsentrasi Pelarut

Larutan NaOH dengan konsentrasi 4, 6, 10, dan 12 M sebanyak 250 mL dan 5 gram LPL di *leaching* dengan kecepatan pengadukan 300 rpm pada daya *microwave* 495 W menunjukkan hasil silika aktual dengan variasi konsentrasi NaOH dan waktu ditunjukkan pada Gambar 5.

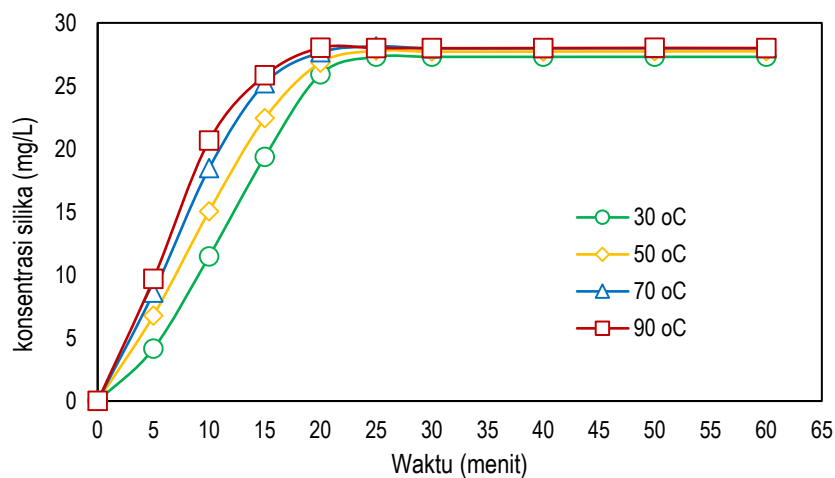


Gambar 5 Pengaruh konsentrasi pelarut terhadap perolehan silika aktual sebagai fungsi waktu *leaching*

Gambar 5 menunjukkan hal yang sama bahwa perolehan silika aktual meningkat seiring dengan lamanya waktu *leaching*. Kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada waktu dari 5 sampai dengan 20 menit. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh konsentrasi pelarut pada proses *leaching*. Peningkatan konsentrasi pelarut menunjukkan peningkatan nilai silika terlarut. Peningkatan yang signifikan dengan berbagai konsentrasi pelarut dengan pemanasan microwave juga disebabkan oleh adanya kerusakan partikel LPL akibat pengaruh gelombang mikro. *Microwave-assisted leaching* memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah waktu proses yang singkat, meningkatkan hasil ekstrak logam, mengurangi waktu proses dan ramah lingkungan [17] jika dibandingkan dengan pemanasan secara konvensional. Proses pemanasan larutan dimulai ketika radiasi *microwave* digunakan yang menyebabkan ion-ion akan bergetar dan berpindah akibat adanya radiasi yang ditimbulkan oleh *microwave* sehingga fenomena transfer massa antara silika dari lempung gambut menuju larutan akan meningkat [12]. Selain itu, *microwave* dapat bekerja secara cepat dan efisien dikarenakan adanya gelombang elektromagnetik yang dapat menembus limbah padat lumpur dan mengekstrak bahan-bahan yang terkandung di dalamnya secara merata sehingga dapat meningkatkan *yield* ekstraksi [18].

Pengaruh Suhu

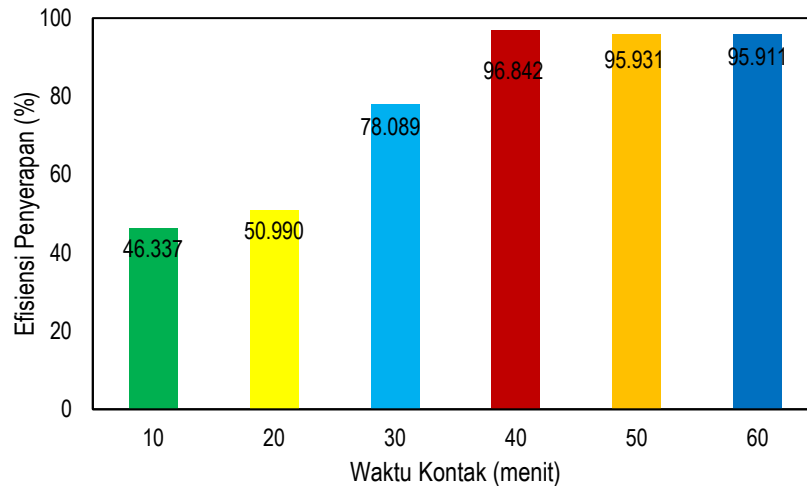
Pengaruh suhu terhadap proses *leaching* mineral silika dari LPL dilakukan dengan memvariasikan suhu reaksi dari 30 hingga 90 °C menggunakan input daya *microwave* sebesar 495 W. Gambar 6 menunjukkan bahwa perolehan silika aktual secara keseluruhan kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada waktu 5-20 menit namun setelah menit ke-20 sampai menit ke-60 tidak terjadi perubahan yang signifikan. Silikat aktual diperoleh sekitar 28,03% berat pada suhu 90 °C. Menurut Mirwan et al. (2020) adanya interkasi molekular yang disebabkan oleh perubahan energi kinetik molekul LPL menjadi energi panas pada saat suhu proses *leaching* meningkat. Hal ini juga didukung oleh Hidayati et al. [16] bahwa silika aktual yang diperoleh dari lempung gambut menggunakan *microwave-assisted leaching* pada variasi suhu juga mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu *leaching*.



Gambar 6 Pengaruh suhu terhadap perolehan silika aktual sebagai fungsi waktu *leaching*

Aplikasi Adsorben Silika Temodifikasi Kitosan

Penentuan waktu digunakan untuk mendapatkan waktu pengadukan optimal selama proses batch sehingga adsorben silika-kitosan dapat mengadsorpsi adsorbat hingga batas maksimal adsorpsi. Persen efisiensi penyerapan adsorben silika-kitosan terhadap logam berat Pb^{2+} yang dibuat secara artifisial dilakukan dengan variasi lama waktu pengadukan (10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit) dengan kondisi proses microwave-assisted leaching pada suhu 90 °C, daya *microwave* sebesar 495 W, dan waktu laeching 20 menit ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Persen efisiensi penyerapan adsorben silika-kitosan terhadap logam berat Pb^{2+} dengan variasi lama waktu pengadukan pada proses microwave-assisted leaching pada suhu 90 °C, daya *microwave* sebesar 495 W, dan waktu laeching 20 menit

Gambar 7 menunjukkan efisiensi penyerapan maksimum diperoleh pada waktu kontak 40 menit sebesar 96,842% dengan konsentrasi optimum 10 ppm dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Namun, efektifitas menurun dengan bertambahnya waktu kontak yang disebabkan adanya proses ketidakstabilan pada permukaan adsorben. Lamanya kontak antara adsorbat dan adsorben dapat mempengaruhi kapasitas penyerapan. Hal ini yang sama juga disampaikan oleh Faisal et al. [19] bahwa waktu kontak berpengaruh ketika adsorpsi belum mencapai kesetimbangan, namun sebaliknya, pada kondisi kesetimbangan tercapai, waktu kontak tidak berpengaruh terhadap kapasitas penyerapan.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan pada tahun pelaksanaan penelitian. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian luaran

Luaran yang dihasilkan berupa artikel yang diseminarkan secara daring pada *International Conference on Chemical and Material Engineering (ICCME)* pada tanggal 6-7 Oktober 2020 di Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang, Indonesia dan sudah dipublikasikan pada *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1053*.

Sedangkan luaran yang berupa artikel jurnal yang akan dipublikasikan di jurnal internasional bereputasi masih dalam tahap finalisasi draft artikelnya. Dalam tahun 2021 ini akan di submit ke Jurnal Teknologi (Science and Engineering) terindeks Scopus.

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (jika ada). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra unggah melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian mitra

- [11] N. K. Erliyanti and E. Rosyidah, 'Pengaruh Daya Microwave terhadap Yield pada Ekstraksi Minyak atsiri dari Bunga Kamboja (*Plumeria Alba*) menggunakan Metode Microwave Hydrodistillation', *Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 3, Art. no. 3, Dec. 2017, doi: 10.21776/ub.jrm.2017.008.03.8.
- [12] S. U. Bayca, 'Microwave radiation leaching of colemanite in sulfuric acid solutions', *Separation and Purification Technology*, vol. 105, pp. 24–32, Feb. 2013, doi: 10.1016/j.seppur.2012.11.014.
- [13] S. S. Behera *et al.*, 'Microwave assisted leaching investigation for the extraction of copper(II) and chromium(III) from spent catalyst', *Separation and Purification Technology*, vol. 244, p. 116842, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.seppur.2020.116842.
- [14] C. K. Manchanda, R. Khaiwal, and S. Mor, 'Application of sol–gel technique for preparation of nanosilica from coal powered thermal power plant fly ash', *springerprofessional.de*, no. 3, 2017, Accessed: Apr. 17, 2021. [Online]. Available: <https://www.springerprofessional.de/en/application-of-sol-gel-technique-for-preparation-of-nanosilica-f/13281090>.
- [15] S. Rungrodnimitchai, W. Phokhanusai, and N. Sungkhaho, 'Preparation of silica gel from rice husk ash using microwave heating', *J. Met. Mater. Miner.*, vol. 19, no. 2, Art. no. 2, 2009, Accessed: Apr. 17, 2021. [Online]. Available: <http://jmmm.material.chula.ac.th/index.php/jmmm/article/view/235>.
- [16] N. Hidayati *et al.*, 'Influence of microwave power and temperature on the silica leaching process', *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 1053, no. 1, p. 012117, Feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1053/1/012117.
- [17] D. Jafarifar, M. R. Daryanavard, and S. Sheibani, 'Ultra fast microwave-assisted leaching for recovery of platinum from spent catalyst', *Hydrometallurgy*, vol. 78, no. 3, pp. 166–171, Aug. 2005, doi: 10.1016/j.hydromet.2005.02.006.
- [18] L.-P. Q. Quoc, L.-T. A. Anh, M. T. Tien, and L. T. Trang, 'Optimization of the pectin extraction from pomelo peels by oxalic acid and microwave', 2014, doi: 10.7904/2068-4738-V(09)-67.
- [19] M. Faisal, 'Efisiensi penyerapan logam Pb²⁺ dengan menggunakan campuran bentonit dan enceng gondok', *J. Teknik Kimia*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2015, doi: 10.32734/jtk.v4i1.1455.