

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Air Bersih

Air bersih adalah air yang dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari, asalkan memenuhi standar yang telah ditetapkan dan mengalami perebusan sebelum dikonsumsi. Kebutuhan air bersih dapat diukur dengan mempertimbangkan kebutuhan manusia (Aronggear, Supit & Mamoto, 2019). Tingkat kebutuhan air bersih dapat dievaluasi dengan mempertimbangkan kebutuhan manusia mulai dari kebutuhan minum sampai kebutuhan sanitasi. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Untuk Keperluan Kesehatan Air Lingkungan Dalam Sanitasi. Peraturan ini menetapkan bahwa parameter kualitas air harus memenuhi baku mutu fisik, kimia, dan biologi tertentu yang terdiri dari parameter wajib dan parameter tambahan. Sesuai dengan peraturan ini, air terkait sanitasi didefinisikan sebagai air. Air yang digunakan untuk menjaga kebersihan diri seperti mandi, menggosok gigi, mencuci tangan, membersihkan peralatan makan, dan mencuci pakaian (Permen No. 32 Tahun 2017).

Persoalan keterbatasan sumber air di wilayah tertentu telah menimbulkan masalah serius bagi kesehatan penduduk yang tinggal di sana. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan ketersediaan dan pengelolaan air bersih untuk mendukung kehidupan masyarakat (Yanti Dewi dan Harudu, 2019). Pengendalian kualitas dan kuantitas air minum bersih mempengaruhi taraf hidup penduduk karenanya, menyediakan akses ke air minum segar harus menjadi hak asasi manusia yang diberikan secara adil di seluruh masyarakat. Langkah-langkah pengolahan air diperlukan untuk memenuhi permintaan masyarakat akan cairan yang dapat diminum (Poedjiastoeti, 2017).

Oleh karena itu, penting untuk memantau dan memastikan kualitas air agar

sesuai dengan standar yang ditetapkan untuk mencegah ancaman terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Kualitas air harus dipastikan sebelum digunakan dan sumber air harus dipantau secara teratur guna memastikan kesehatannya. Kondisi buruk badan air menunjukkan degradasi lingkungan dan mengancam ekosistem. Dalam memastikan kualitas air bersih, berbagai parameter uji digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur kandungan zat tertentu yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan (Ayu dkk., 2025).

B. Air Limbah Rumah Tangga

Dalam kemajuan teknologi dan berkembangnya ilmu pengetahuan tentu menimbulkan dampak positif maupun dampak negatif. Salah satu dampak negatif dari kemajuan teknologi yakni timbulnya permasalahan lingkungan, seperti pembuangan hingga pengelolaan sampah dan limbah yang kurang baik terutama di daerah perkotaan yang memiliki jumlah penduduk yang cukup banyak (Rahman, 2021). Banyaknya jumlah penduduk di perkotaan tentu akan mempengaruhi kondisi lingkungan serta volume limbah yang tidak sedikit setiap harinya, terutama limbah yang dihasilkan dari rumah tangga yang tidak diproduksi oleh seorang individu saja melainkan semua masyarakat melakukan dan menggunakan hal yang serupa setiap harinya (Hasibuan, 2016). Pemantauan serta pengendalian air dapat dilaksanakan dengan cara peningkatan adalah hal sanitasi (Ginjar, 2015). Jika air limbah hasil kegiatan rumah tangga atau yang disebut limbah air rumah tangga tidak diolah dan dikelola terlebih dahulu dengan baik dan benar dapat berpotensi menimbulkan gangguan terhadap lingkungan yang kurang baik, kesehatan masyarakat yang tinggal di daerah tersebut mengalami penurunan, dan estetika lingkungan yang kurang baik dipandang (Aminah, 2020).

Limbah air rumah tangga menjadi salah satu penyumbang terbesar dalam pencemaran air khususnya di wilayah perkotaan (Wirawan, 2019). Pembuangan air limbah domestik di Jakarta adalah 118 liter/orang/hari, dan pada tahun 2010 telah mencapai 147 liter/orang/hari, maka volume air limbah keseluruhan mencapai 1.316.113 m³ /hari, dimana air limbah domestik 1.038.205 m³ /hari, air limbah

buangan perkantoran dan daerah komersial 448.933 m³ /hari, dan air limbah buangan industri 105.437 m³ /hari. Air limbah domestik rumah tangga di Jakarta memberikan kontribusi pencemaran air sebesar 75%, air limbah perkantoran dan daerah komersial 15%, serta air limbah industri 10%, data tersebut menunjukkan air limbah domestik merupakan kontributor terbesar dalam pencemaran air dan lingkungan khususnya di wilayah DKI Jakarta (Wirawan, 2019). Jakarta merupakan wilayah perkotaan dengan kepadatan penduduk yang meningkat setiap tahunnya serta terjadinya imigrasi yang berasal dari luar daerah yang menyebabkan bertambahnya volume penduduk DKI Jakarta semakin tinggi angka penduduk akan menimbulkan masalah baru khususnya bagi pencemaran lingkungan, karena pemakaian air bersih yang meningkat serta pengelolaan limbah rumah tangga yang tidak sesuai dengan standar ditambah pemukiman yang padat. Ladiyance & Yuliana (2014) mengemukakan 80% sumber pencemaran air sungai yang berada di DKI Jakarta berasal dari limbah rumah tangga (domestik).

Limbah air rumah tangga yang diproduksi setiap hari melalui aktivitas sehari-hari masyarakat seperti mencuci, mandi, masak, dan kegiatan lainnya yang berhubungan dengan air. Penggunaan bahan kimia yang tidak ramah lingkungan menjadi permasalahan utama dalam pencemaran air karena hal tersebut dapat merusak ekosistem perairan karena zat-zat yang terkandung berasal dari sisa makanan, minyak, dan lemak yang larut atau tersuspensi. Residu dari proses memasak dan mencuci alat makan. Deterjen mengandung surfaktan, fosfat, dan zat pewangi dari sabun cuci piring serta sisa partikel makanan halus dan endapan kotoran. Selain itu, pembuangan limbah air rumah tangga yang belum baik serta kebiasaan dan kurang pahamnya masyarakat terhadap dampak limbah domestik seperti membuang air limbah rumah tangga langsung ke sungai atau kali yang menjadi awal dari pencemaran air yang berkelanjutan tentu berdampak pada kualitas lingkungan serta kesehatan masyarakat yang akan menurun seiring berjalannya waktu dan kualitas air di sekitar diakibatkan oleh tercampurnya resapan air yang sudah tercemar dengan air tanah tentunya kurang memadai untuk dikonsumsi masyarakat yang menimbulkan permasalahan baru untuk kedepannya. Oleh karena itu, diperlukan juga peran serta masyarakat diharapkan dapat

membantu mengatasi masalah tersebut. Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap masalah keberadaan air limbah mempunyai andil besar dalam memperburuk tata kelola limbah (Noer dkk., 2021)

C. Keramik Berpori

Keramik berpori merupakan keramik yang mempunyai pori-pori dengan distribusi ukuran tertentu dan porositas yang relatif tinggi. Secara luas keramik berpori telah digunakan untuk keperluan insulasi termal dan sebagai bahan bangunan. Penggunaan keramik berpori yang semakin meningkat dewasa ini adalah sebagai filter dan membran. Keunggulan keramik sebagai filter atau membran adalah tahan terhadap suhu tinggi, keras dan cukup kuat untuk menahan tekanan pada saat proses filtrasi, tahan terhadap bahan kimia dan korosi. mempunyai masa pemakaian yang cukup lama, dan dapat dibersihkan (Purbasari dkk., 2018).

Filter keramik berpori merupakan keramik yang mempunyai rongga-rongga kecil sehingga dapat dilewati fluida serta dapat berfungsi sebagai media filter untuk menyaring partikel suspensi, koloid, logam berat, ion-ion tertentu, serta mikroorganisme seperti bakteri, kuman, parasite dan jamur (Ayunata dkk., 2020). Keramik mempunyai sifat rapuh, keras dan kaku. Sifat keramik bergantung pada ikatan kimia keramik tersebut. Keramik memiliki kekuatan tekan lebih baik dibandingkan dengan kekuatan tariknya.

Keramik berpori memiliki sifat daya serap yang sangat dipengaruhi oleh porositas dan struktur pori-pori material tersebut. Sifat daya serap pada keramik berpori antara lain yaitu porositas, ukuran pori, distribusi pori dan sifat hidrofilitas. Keramik berpori terdapat pada substrat mikroba pada sistem penjernihan air, media katalis pada industri yang menggunakan proses kimia, saringan dan pemisah pada sistem pengecoran logam, filter gas pada cerobong gas buang (Nasution dkk., 2024).

Pada pembuatan keramik berpori dengan menggunakan metode *dry pressing*, semua bahan dipersiapkan dalam bentuk serbuk yang diketahui ukuran partikelnya. Semua bahan dicampur dan dimixing agar diperoleh campuran yang homogen.

Setelah itu bahan dimasukkan ke dalam cetakan dan dilakukan penekanan dengan tekanan tertentu. Setelah itu, keramik dimasukkan ke dalam furnace untuk dilakukan sintering. Terdapat beberapa variabel yang dapat mempengaruhi hasil pembuatan keramik dengan metode *dry pressing*, yaitu ukuran butir partikel bahan, homogenitas bahan campuran, tekanan kompaksi yang dilakukan, suhu sintering dan waktu penahanan (*holding time*) yang dilakukan (AminMuh, 2017).

D. Membran Keramik

Membran keramik adalah senyawa non organik yang tersusun dari unsur logam dan non logam. Ukuran membran keramik berkisar antara 0.1-0.35 μm . Membran ini sebagai media filter, membran tersebut ialah filter keramik. Membran keramik dibuat dengan berbahan dasar tanah lempung atau yang biasa disebut tanah liat. Tanah lempung atau tanah liat yang memiliki pori – pori. (Saifuddin dkk., 2018).

Membran merupakan alat pemisah berupa penghalang yang bersifat selektif yang dapat memisahkan dua fase dari berbagai campuran. Campuran tersebut dapat bersifat homogen atau heterogen dan dapat berupa padatan, cairan atau gas (Jagan Mohan Rao, 2009). Sifat-sifat fisis yang termasuk ke dalam kelebihan keramik antara lain titik lebur tinggi, tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap gesekan, tahan terhadap korosi, daya hantar panas rendah, densitas relatif rendah, modulus elastisitas tinggi, koefisien muai panjang rendah, ketahanan keramik terhadap slip baik, stabil pada rentang pH yang luas (Erlinda dkk., 2008)

Membran berfungsi sebagai pemisahan material berdasarkan ukuran dan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran

dan melewati komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut konsentrat dan larutan yang mengalir disebut permeat. Selain berfungsi sebagai sarana pemisahan, membran juga dapat berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian pada suatu larutan (Arazaq dkk., 2021).

E. Filtrasi

Filtrasi adalah pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum cairan atau gas, aliran yang lolos dari saringan mungkin saja cairan, padatan, atau keduanya. Fluida mengalir melalui media penyaring karena perbedaan tekanan yang melalui media tersebut.

Secara umum filtrasi adalah proses yang digunakan pada pengolahan air bersih untuk memisahkan bahan pengotor (partikulat) yang terdapat dalam air. Pada prosesnya air merembes dan melewati media filter sehingga akan terakumulasi pada permukaan filter dan terkumpul sepanjang kedalaman media yang dilewatinya. Filter juga mempunyai kemampuan untuk memisahkan partikulat semua ukuran termasuk didalamnya algae, virus, dan koloid-koloid tanah. Proses filtrasi ini terjadi dengan melewati air baku melalui media berporos tertentu. Media saringan ini meliputi media filtrasi dan media penyangga (Selintung Syahrir, 2012).

Filtrasi membran merupakan salah satu metode pengolahan air limbah yang bersifat dinamis, yang dengan satu langkah, langsung menghasilkan permeat (produk hasil saringan). Filter membran juga dapat mencegah pembentukan dan penyebaran bakteri dan virus, serta menghilangkan partikel, kekeruhan, dan sedimen dari air. Prinsip kerja membran adalah dengan menahan partikel yang memiliki ukuran lebih besar dari ukuran pori membran dan meloloskan partikel yang memiliki ukuran lebih kecil dari pori membran. Filtrasi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode lainnya karena prosesnya tidak memerlukan bahan kimia tambahan, konsumsi energi rendah, proses dapat dijalankan pada suhu rendah, mudah ditingkatkan kapasitasnya, tidak membutuhkan kondisi ekstrim dan fleksibel (Yasmin, 2022).

Dalam suatu penyaring gravitasi media penyaring bisa jadi tidak lebih baik

daripada saringan (*screen*) kasar atau dengan unggun partikel kasar seperti pasir. Penyaring gravitasi dibatasi penggunaannya dalam industri untuk suatu aliran cairan kristal kasar, penjernihan air minum, dan pengolahan limbah cair. Penyaring penjernihan (*clarifying*), membersihkan sejumlah kecil padatan dari suatu gas atau percikan cairan jernih semisal minuman. Partikel padat terperangkap didalam medium penyaring atau di atas permukaan luarnya. Penyaring penjernihan berbeda dengan saringan biasa, yaitu memiliki diameter pori medium penyaring lebih besar dari partikel yang akan disingkirkan.

F. Sintering

Proses sintering merupakan proses pemanasan pada temperatur tertentu dengan waktu tahan tertentu dengan tujuan memperkuat ikatan antar permukaan serbuk yang telah dikompaksi karena adanya difusi atom di daerah interface serbuk. Besarnya laju difusi atom ini dipengaruhi oleh besarnya energi bebas yang dimiliki oleh suatu material (Yafie, 2018).

Sintering bisa diartikan proses yang digunakan untuk membentuk ikatan antar partikel atau serbuk setelah proses kompaksi. Proses ini dilakukan dengan memberikan panas dengan cara memanaskan sampel pada temperatur di bawah *melting point*nya sehingga terjadi transfer massa pada permukaan serbuk dan terbentuk ikatan bersama antar serbuk.

Teknik sintering adalah suatu reaksi yang terjadi pada proses pembakaran dengan suhu yang terkontrol dan densifikasi padatan serbuk dapat diperoleh sekaligus sehingga tingkat porositas berkurang dan densitas relatif bertambah/naik. Dengan teknik ini dapat diperoleh bahan dengan densitas yang relatif tinggi. Suhu sintering sangat penting, karena berkaitan dengan perubahan struktur, sifat termal dan sifat fisis material yang dihasilkan. Beberapa sifat yang diketahui sangat dipengaruhi oleh suhu sintering adalah densitas, porositas dan kekerasan serta kekuatan tarik (*mechanical strength*). Hasil penelitian yang dilakukan Rahaman (1995) menunjukkan bahwa proses difusi selama proses sintering akan memberikan efek terhadap perubahan fisis bahan meliputi, densitas, porositas, penyusutan volum dan kekerasan (Mg dkk., 2018).

G. Material

1. Tanah Liat

Tanah liat merupakan sejenis mineral halus, berbentuk kepingan, gentian, atau hablur yang terbentuk dari batuan sedimen (*sedimentary rock*). Tanah liat membentuk gumpalan keras dan kaku apabila dalam keadaan kering, bersifat plastis dan melekit apabila basah terkena air, dan bersifat viterius (padat dan keras) bila dibakar pada suhu tinggi (Bai dkk., 2015).

Lempung atau tanah liat ialah kata umum untuk partikel mineral yang mengandung unsur silika yang memiliki diameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika dan aluminium dengan ukuran partikel yang halus. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi. Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket saat basah terkena air. Sifat ini ditentukan oleh jenis mineral lempung yang mendominasi. Mineral lempung digolongkan berdasarkan susunan lapisan oksida silikon dan oksida aluminium yang membentuk kristalnya. Fungsi utama tanah liat dalam pembuatan keramik adalah sebagai bahan baku utama yang bersifat plastis agar mudah dibentuk, menyatu saat dicetak, serta mempertahankan bentuknya sebelum dan selama proses pembakaran dalam tungku (Kasiyan, 2012)

Sifat-sifat yang dimiliki tanah liat atau lempung adalah sebagai berikut :

- Ukuran butir halus kurang dari 0,002 mm
- Permeabilitas rendah
- Bersifat sangat kohesif
- Kadar kembang susut yang tinggi
- Proses konsolidasi lambat (Rangan dkk., 2021)

Komposisi kimia tanah liat di analisis dengan menggunakan SEM dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut

Tabel 2.1 Komposisi tanah liat (Prameswari, 2008)

Elemen	Nama Elemen	Konsentrasi (%)
C	Carbon	0,33
O	Oksigen	46,91
Al	Alumunium	22,05
Si	Silika	13,42
S	Sulfur	0,23
Ca	Kalium	0,21
Fe	Besi	14,78

2. Arang Tempurung Kelapa

Tanaman kelapa bisa dipelihara sampai berbuah lalu dipanen dan dimanfaatkan buah tersebut dengan hasil utama daging buah kelapa serta hasil ikutan berupa air kelapa, tempurung dan sabut. Tempurung kelapa dijadikan dapur api (dibakar), alternatif lainnya adalah dijadikan arang, arang aktif, asap cair, ornament, dan kerajinan lainnya. Tempurung kelapa baik dijadikan arang, karena memiliki sifat kekerasan yang baik, kadar karbon terikat tinggi, dan kadar abu mineral rendah. Apabila tempurung kelapa dipirolisis maka produk utamanya adalah arang dengan hasil samping komponen volatil, air dan abu. Komponen penyusun arang terdiri dari karbon terikat, abu, air, nitrogen dan sulfur (Rampe, 2015).

Secara fisiologis, bagian tempurung kelapa merupakan bagian yang paling keras dibandingkan dengan bagian kelapa lainnya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya. Berat tempurung kelapa ini sekitar 15% - 17% dari berat keseluruhan buah kelapa, sedangkan tebalnya sekitar 3 mm - 5 mm. Dari segi kualitas tempurung kelapa yang memenuhi syarat untuk dijadikan bahan arang aktif adalah kelapa yang benar-benar tua, keras, dan dalam keadaan kering. Untuk memahami sifat dan karakteristik tempurung kelapa yang sesuai sebagai bahan bakar, maka perlu dipahami mengenai sifat fisik dan kimianya seperti

bahan campuran (*moisture*), kerapatan, struktur, morfologi dan termal. Perubahan tempurung kelapa menjadi arang dilakukan melalui proses pirolisis.

Pada proses pirolisis, unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen (H) dan oksigen (O) akan hilang hingga menyisakan sebanyak mungkin karbon (C) alam bahan. Karena itu proses ini juga disebut karbonisasi. Perubahan komposisi dan sifat termal tempurung kelapa menjadi arang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan kandungan bahan dan arangnya (Budi dkk., 2012)

Bahan	Komponen	Kandungan %
Tempurung Kelapa	Moisture	10,46
	Volatile	67,67
	Karbon	18,29
	Abu	3,58
Arang tempurung kelapa	Volatile	10,60
	Karbon	76,32
	Abu	13,08

Kandungan kimia dari tempurung kelapa adalah selulosa (34%), hemiselulosa (21%) dan lignin (27%) sedangkan komposisi unsur terdiri atas karbon (74.3%), Oksigen (21.9%), Silikon (0.2%), Kalium (1.4%) dan Sulfur (0.5%) dan Posfor (1.7%). Jika dibandingkan dengan arang bahan alami lain seperti arang batang buah jagung, gabah padi dan tempurung buah cokelat (12-20% karbon), arang tempurung kelapa memiliki kandungan karbon yang tinggi sehingga berpotensi menjadi sumber karbon aktif. Arang tempurung kelapa—terutama dalam bentuk karbon aktif—berfungsi sebagai agen aditif pembentuk pori saat sintering, adsorben penyaring air, dan pengatur sifat fisik/mekanik pada material keramik (Tamado dkk., 2013).

3. Karbon Aktif

Karbon aktif dikategorikan dalam karbon nongrafit karena memiliki kerapatan

rendah dan struktur berpori. Karbon aktif dapat diproduksi dari bahan yang mengandung karbon salah satunya dari limbah pertanian seperti cangkang kelapa sawit, kulit buah, tempurung, akar, batang, kulit kayu, bunga, daun, kulit buah. Beberapa kriteria pemilihan bahan baku untuk membuat karbon aktif yaitu kandungan karbon tinggi, kandungan zat anorganik rendah agar hasil abu rendah, berlimpah sehingga biayanya rendah, tingkat degradasi rendah pada penyimpanan, dan kemungkinan menghasilkan karbon aktif dengan hasil persen tinggi (Yahya dkk., 2018).

Karbon aktif yang dibuat dari bahan alam limbah pengolahan kelapa sawit dapat memberikan luas permukaan dan daya adsorpsi yang baik yang dapat dibandingkan dengan karbon aktif komersil. Karbon aktif dari limbah juga tersedia dengan material yang ekonomis dan melimpah sehingga dapat membantu mengurangi limbah pengolahan kelapa sawit. Proses aktivasi pada karbon menjadi salah satu proses yang berpengaruh pada morfologi karbon aktif dan meningkatkan kemampuan adsorpsi (Alfi dkk., 2020).

Karbon aktif telah diakui sebagai salah satu adsorben yang paling populer dan banyak digunakan dalam pengolahan air dan air limbah di seluruh dunia. Sifat adsorptif spesifik arang adalah pertama kali ditemukan oleh Scheele pada tahun 1773 untuk perawatan gas diikuti dengan penghilangan warna pada air pada tahun 1786. Karbon aktif memiliki struktur berpori yang melimpah dan kapasitas adsorpsi yang kuat, banyak digunakan di berbagai industri, termasuk dalam pemisahan, penghilangan zat warna dan polutan dari air limbah, dan pada proses penjernihan air.

4. Arang Sekam Padi

Arang sekam padi ialah media tanam berpori, steril yang terbuat dari sekam padi, yang hanya dapat digunakan untuk satu musim tanam dengan membakar sekam kering dalam tungku, dan sebelum arang diubah menjadi abu, dibilas dengan air bersih. Hasil yang diperoleh berupa abu kasar berwarna hitam yang disebut dengan arang sekam (Gustia, 2013). Secara Sederhana sekam padi dapat dijadikan sebagai media pertumbuhan bagi tanaman. Arang sekam padi yang telah dibakar

secara tidak sempurna yang dibuat dengan menyangrai atau membakar.

Kelebihan dari arang sekam adalah dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Pembakaran sekam padi yang tidak sempurna ini menghasilkan sekam bakar berwarna hitam serta mempunyai aerasi dan drainasi yang baik, tetapi masih mengandung pathogen atau organisme yang dapat berdampak buruk bagi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu sebelum arang sekam digunakan harus dibakar terlebih dahulu untuk menghilangkan patogen tersebut (Lubis dkk., 2022). Penggunaan material arang sekam padi dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan tekan, durabilitas, serta memberikan dampak positif pada segi lingkungan, arang sekam padi juga dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk bahan pengganti sebagian. Arang sekam padi dalam pembuatan keramik (khususnya keramik berpori atau membran filter) berfungsi sebagai pembentuk pori (pore forming agent), menurunkan nilai densitas, serta menaikkan daya serap dan efektivitas penyaringan air (Suganda Wijaya dkk., 2022).

5. Perekat Tepung Tapioka

Tepung tapioka berasal dari ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) yang diekstraksi patinya dengan mengepres umbi yang telah diparut, diendapkan dan dikeringkan melalui penjemuran matahari atau pengeringan buatan dengan oven bersuhu 60°C (Jayanti dkk., 2017). Pemanfaatan tepung tapioka sebagai bahan perekat karena zat pati yang terdapat dalam bentuk karbohidrat pada umbi ketela pohon yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Tapioka apabila dibuat sebagai perekat mempunyai daya rekat yang tinggi dibandingkan dengan tepung-tepung jenis lain (Nuwa & Prihanika, 2018).

Tepung kanji atau tapioka adalah salah satu jenis perekat yang terbaik dibanding molasses ataupun silikat. Salah satunya yang bisa dimanfaatkan sebagai perekat partikel-partikel zat supaya dapat menghasilkan briket yang serentak yaitu tepung tapioka atau kanji. Sifat menguntungkan yang dimiliki dari pati tapioka ini yaitu di dalam pengolahan pangan, kekuatan gel yang baik, kemurnian larutannya tinggi serta mempunyai daya rekat yang tinggi jadi banyak dimanfaatkan untuk bahan perekat. Adapun komposisi kimia dari pati tepung tapioka yang per 100 gram

terdiri dari: (9,10 %) kadar air, (88,2 %) karbohidrat, (1,1 %) protein, (0,5 %) lemak, (125 mg) fosfor, (84 mg) kalsium serta (1 mg) besi (Norhikmah dkk., 2021).

Perekat tepung tapioka akan mengalami kerusakan total, pengarangan, dan menguap sebagai gas atau meninggalkan sedikit residu abu ketika terpapar suhu sintering yang tinggi (biasanya di atas 500°C–1000°C+). Ikatan polimer karbohidrat hancur lebur jauh sebelum mencapai rentang suhu sintering material keramik atau logam, sehingga tapioka tidak lagi berfungsi sebagai perekat struktural. Fungsi perekat tepung tapioka dalam keramik menyatukan serbuk mineral atau tanah liat agar adonan padat, kokoh, dan tidak mudah retak saat dicetak. Selain itu, membantu menaikkan kekuatan mekanik objek keramik sebelum melalui suhu pembakaran tinggi.

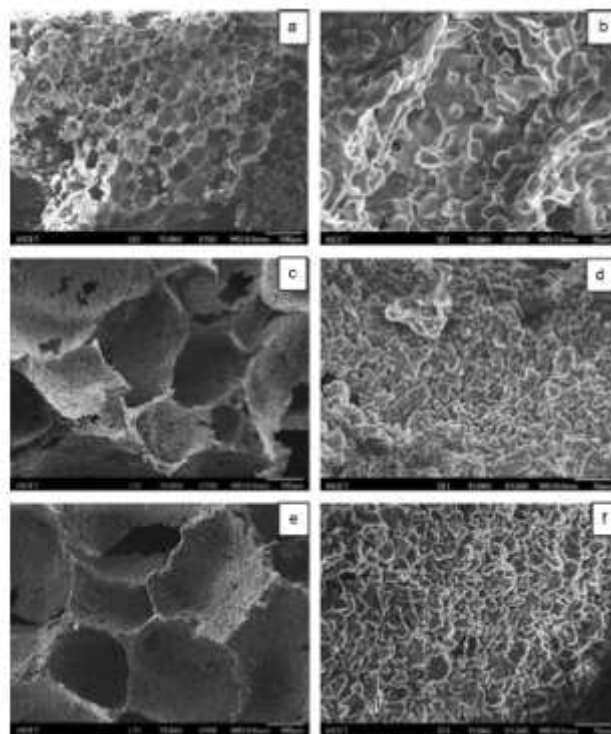
H. Karakterisasi

1. *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggambar spesimen dengan memindainya menggunakan sinar elektron berenergi tinggi dalam scan pola raster. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm. Elektron berinteraksi dengan atom-atom sehingga spesimen menghasilkan sinyal yang mengandung informasi tentang topografi permukaan spesimen, komposisi, dan karakteristik lainnya seperti konduktivitas listrik. Perbandingan hasil gambar mikroskop cahaya dengan elektron (Septiano & Setyaningsih, 2021).

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan salah satu jenis mikroskop elektron yang mampu menghasilkan resolusi tinggi dari gambaran permukaan suatu sampel. Prinsip kerja alat SEM adalah dengan memanfaatkan hamburan balik elektron (electron beam) pada permukaan objek dan mengambil gambar dengan mendeteksi elektron yang muncul pada permukaan objek (Setyaningsih & Septiano, 2019). Kemajuan dalam penggunaan Scanning Electron Microscopy (SEM) memungkinkan pemindaian area yang luas dan mengumpulkan sejumlah

besar data untuk mendapatkan karakteristik sampel, diantaranya adalah menghitung objek dan mengumpulkan statistik objek tersebut, salah satunya mendapatkan citra morfologi ukuran untuk menentukan distribusi ukuran (Kharin, 2020). Pengujian Scanning Electrom Microscopy (SEM) memungkinkan mendapatkan hasil citra morfologi dan konsentrasi dari campuran bahan (Septiano, 2021).



Gambar 2.1 Contoh hasil SEM keramik berpori

2. Pengukuran Densitas

Densitas adalah ukuran kerapatan atau kepadatan dari partikel penyusun yang dimiliki oleh suatu material. Pengujian densitas dengan melakukan pengukuran volume dan massa. Material komposit terdiri dari matrik sebagai material utama yang memberikan bentuk dan pengikat material lain pada komposit dan material penguat untuk memberikan penguatan atau sifat tambah pada material utama (Teknika, 2022).

Densitas di ukur dengan membandingkan massa sampel dengan volume. Massa diketahui dengan cara menimbang sampel yang kering. Untuk volume sampel di

ukur menggunakan gelas ukur berisi air dimana volumenya adalah selisih volume air awal dengan volume setelah sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur. Pada saat itu juga dilakukan pengukuran massa dengan cara ditimbang dan membandingkan massa gelas ukur berisi air saat awal tanpa sampel dengan massa dengan sampel. Massa ini diberi notasi sebagai massa basah. Untuk menghitung nilai densitas menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m_u}{m_u - m_a} \rho_{air} \quad (2.1)$$

dimana:

ρ = Massa jenis benda (gr/cm³)

ρ_{air} = Massa jenis air (gr/cm³)

m_u = Massa sampel diudara (gr)

m_a = Massa sampel didalam air (gr)

3. Uji Debit Air

Debit air adalah jumlah volume air yang mengalir melalui suatu penampang atau saluran (seperti sungai, pipa, atau keran) dalam satu satuan waktu tertentu. Sistem satuan debit air dinyatakan dalam desimeter kubik per detik (dm³/s).

Debit air berfungsi untuk mengelola sumber daya air, merencanakan kebutuhan air bersih dengan cara menentukan kecepatan kapasitas serta efektifitas dalam menyaring air bersih. Perhitungan uji debit air seperti berikut ini:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.2)$$

dimana:

Q = Debit air (dm³/s)

V = Volume air (dm³)

t = Waktu dalam detik (s)

4. Uji daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan komposit dalam menyerap air. Dari pengujian ini juga dapat dianalisa banyak sedikitnya rongga udara yang ada pada komposit, karena jika suatu komposit banyak menyerap air maka kerapatan komposit tersebut kurang atau dengan kata lain terdapat banyak rongga di dalam komposit. Hal ini akan berpengaruh terhadap kekuatan tekan komposit. Berikut persamaannya :

$$P = \frac{M_{jj} - M_k}{a} \times 100\% \quad (2.3)$$

dimana:

P_a = Penyerapan kadar air

M_k = Massa sampel kering (gr)

M_{jj} = Massa sampel jenuh (gr)

I. Penelitian Terkait

Berikut adalah beberapa penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan :

1. Membran Keramik Berpori Berbahan Dasar Zeolit dan Clay dengan Penambahan Zat Aditif

Erlinda Sulistyani, Agus Setyo Budi, Esmar Budi (2014)

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan membrane keramik berpori ar zeolite, clay, arang aktif tempurung kelapa, dan PVA dibuat dalam sepuluh komposisi berbeda dengan clay sebagai variasi komposisi. Pada penelitian ini dilakukan pengujian serapan air, densitas dan porositas serta pengujian SEM untuk melihat mikrostruktur membrane yang terbentuk. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah penambahan aditif menurunkan densitas, menaikkan porositas dan daya serap air dari sampel. Pembentukan pori semakin sempurna dan tersebar merata dengan penambahan aditif tersebut.

2. Analisis Sifat Fisik dan Kualitas Air Penyaringan Membran Keramik Zeolit, Lempung, Arang Batok Kelapa dengan Variasi Suhu Sintering

Wahyu Tri Ardhana, Sri Mulyo Bondan Respati, Suwardiyono (2021)

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan membran keramik zeolit, lempung dan arang batok kelapa dengan variasi suhu sintering 700⁰C, 800⁰C dan 900⁰C. Hasil karakterisasi pengujian susut massa, susut volume, densitas, porositas, laju aliran air dan nilai TDS (total padatan terlarut, yaitu ukuran untuk semua zat yang ada di dalam air), serta kandungan air setelah dilakukan penyaringan.

