

Potensi Mineral Tanah Liat – Surfaktan untuk Aplikasi Bahan Sanitasi dalam Pencegahan COVID-19: Pembelajaran dari Taharah yang Menggunakan Tanah

Dede Suhendar¹, Asep Supriadin², Gina Giftia Azmiana Delilah³, Tety Sudiarti⁴

¹Program Studi Kimia, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, dede.suhendar@uinsgd.ac.id

²Program Studi Kimia, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, asupriadin@uinsgd.ac.id

³Program Studi Kimia, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, ginagiftia@uinsgd.ac.id

⁴Program Studi Kimia, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, tety.sudiarti@uinsgd.ac.id

Abstrak

Tanah liat telah mengiringi peradaban umat manusia sepanjang sejarah karena ia merupakan merupakan bahan yang multifungsi. Ajaran Islam melalui taharah telah memberikan gagasan paling tepat dalam mencegah penularan penyakit akibat bakteri patogen dan virus, yakni dalam menyucikan benda-benda yang terkena najis berat dengan cara menggunakan air yang dicampur tanah. Dalam tulisan ini, kami telah melakukan tinjauan pustaka secara sistematis untuk menelaah gagasan menyucikan najis berat dengan menggunakan campuran air dan tanah, kemudian menelaah kemungkinan campuran air dengan zat-zat aktif yang ada dalam tanah untuk pencegahan penularan virus Corona (COVID-19). Berdasarkan studi literatur, air liur anjing mengandung beberapa spesies bakteri patogen dan virus mematikan. Sementara itu, tanah yang bercampur dengan air akan menghasilkan mineral-mineral tanah liat dan humus terlarut, dan humus ini memiliki sifat surfaktan. Larutan mineral tanah liat – humus ini dapat dipertimbangkan sebagai kombinasi *nanoclay* – surfaktan, suatu kombinasi yang pernah diteliti memiliki aktivitas antivirus dengan spektrum yang luas. Berdasarkan gagasan taharah dan temuan-temuan terkini, bahan aktif sanitasi yang efektif, halal, dan ramah lingkungan adalah mineral tanah liat yang dikombinasikan dengan surfaktan. Sebagai sumber lemak untuk pembuatan bahan sabun dapat digunakan minyak zaitun (didominasi kandungan asam oleat). Melalui studi literatur mengenai sifat, manfaat, dan keamanan pemakaiannya dari tanah liat dan garam oleat, formulasi gabungan mineral tanah liat dengan sabun berbahan minyak zaitun ini memiliki potensi dapat diimplementasikan menjadi produk sanitasi yang memiliki jangkauan pemakaian antiseptik yang luas dan aman, dari sekedar pencuci tangan, pencuci muka, sampai sabun mandi.

Kata kunci: tanah liat; adsorben; surfaktan; antivirus; COVID-19.

1 Pendahuluan

Tanah liat telah dikenal selama ribuan tahun untuk pembuatan gerabah, porselen, dan bahan bangunan (Ion dkk., 2016). Gagasan tulisan ini bersumber dari ajaran Islam dalam tata cara bersuci dan menyucikan benda-benda dari najis berat, yakni menggunakan tanah sebagai bahan aktifnya, sebagaimana hadits berikut: *Dari Abu Hurairah, Rasulullah shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda, “Sucikanlah bejana kalian apabila anjing minum padanya, dengan cara dibasuh tujuh kali. Cucian yang pertama dengan tanah (debu).”* (HR. Muslim, No. 79). Tidak mengherankan jika air liur anjing termasuk ke dalam kategori najis berat (*mughallazhah*) karena mengandung allergen, sejumlah bakteri patogen, dan virus-virus mematikan (Di Quinzio, dan McCarthy, 2008) (Ghasemzadeh dan Namazi, 2015). Berdasarkan fakta tersebut, kami berpendapat bahwa najis memiliki makna saintifik benda yang mengandung spesi-spesi berbahaya bagi kesehatan, termasuk senyawa-senyawa allergen, bakteri-bakteri atau jamur patogen, dan virus penyebab infeksi. Berdasarkan tata cara menyucikan benda-benda dari najis air liur anjing, tanah untuk menyucikannya adalah tanah yang dicampur dengan air. Dengan dicampurnya dengan air, zat-zat aktif kandungan tanah akan melarut. Secara umum, yang terlarut dari tanah adalah senyawa-senyawa silika, mineral-mineral tanah liat, dan humus (Sposito, 1984). Kami memprediksi bahwa fungsi tanah untuk dapat membersihkan zat-zat organik berbahaya dan menonaktifkan dari bakteri dan virus datang dari karakteristik kimia dan fisika mineral-mineral tanah liat, sebagaimana yang diulas oleh Williams dan Haydel (2010) dan Williams dkk. (2011).

Dua aktivitas bersuci yang memiliki kecenderungan makna simbolis karena sebagai syarat untuk salat adalah wudu dan tayamum. Sepintas keduanya berbeda, wudu menggunakan air dan tayamum menggunakan tanah atau debu tanah. Demikian juga dalam wudu, terdapat empat anggota badan yang diberi perlakuan, sementara dalam tayamum hanya dua. Meskipun dalam wudu dipakai istilah membasuh dan dalam tayamum digunakan istilah mengusap, terdapat dua kesamaan yang diberi perlakuan, yakni wajah dan pergelangan tangan. Perbedaan istilah membasuh karena menggunakan zat cair, sementara istilah mengusap karena menggunakan serbuk padatan. Jika diperhatikan secara seksama, perlakuan utama wudu dan tayamum memiliki kesamaan dengan hal rutin dua anggota badan yang diperhatikan yang direkomendasikan *World Health Organization* (WHO) untuk pencegahan wabah COVID-19 (penyakit yang diakibatkan oleh infeksi virus Corona yang mulai menjangkit sejak akhir tahun 2019. Hal rutin tersebut adalah mencuci tangan sesering mungkin serta tidak menyentuh mata, mulut atau hidung sebelum mencuci tangan (*World Health Organization*, 2020). Mata, mulut, atau hidung merupakan bagian dari wajah, dan merupakan bagian yang dibasuh pada wudu dan diusap pada tayamum.

Panduan sementara dalam menghambat penularan melalui tangan yang dikeluarkan WHO pada 23 April 2020 berbeda dengan yang dikeluarkan sebelumnya pada 19 Maret 2020. Pada panduan sebelumnya, bahan aktif yang digunakan adalah sabun, antiseptik berbasis alkohol 70%, dan jika terpaksa menggunakan air yang mengandung klorin > 0,5 ppm. Pada panduan terakhir (23 April 2020), persentase alkohol yang direkomendasikan menjadi 60%. Selain itu, pada panduan terbaru terdapat tiga tambahan bahan pencuci tangan, yakni air saja (dapat dengan atau tanpa sabun), lumpur tanah, dan abu hasil pembakaran tanaman. Semua perubahan itu mempertimbangkan aspek ketersediaan secara lokal dan juga untuk mengurangi efek samping bagi kesehatan dan lingkungan berdasarkan referensi-referensi terbaru (*World Health Organization*, 2020).

Beberapa pendapat tentang pencegahan secara religius pernah mengemuka, yakni dengan sering melakukan wudu. Pencegahan dengan cara sering (menjaga) wudu ini tidak terlalu populer, padahal penggunaan air bersih untuk mencuci tanpa antiseptik maupun sabun merupakan salah satu cara yang direkomendasikan (panduan yang dikeluarkan WHO pada 23 April 2020). Berdasarkan hasil penelitian penghilangan bakteri penyebab diare yang dilakukan Hoque (2003), faktor paling menentukan dalam penghilangan bakteri dengan mencuci tangan menggunakan abu, tanah, dan sabun, adalah penggosokan dan banyaknya air bilasannya. Oleh karena itu kami memilih untuk mengangkat ide religius yang lainnya dalam pencegahan wabah COVID-19 ini yang berbasis penggunaan tanah. Dua ajaran Islam dalam bersuci yang menjadi inspirasi dalam aspek perlakuan berasal dari tayamum sementara aspek empirik efek sanitasinya dapat dipahami berasal dari cara menyucikan benda yang terkena jilatan anjing.

Penggunaan alkohol sebenarnya bukanlah ide yang baik dalam menangani wabah skala besar ini, selain masih dipermasalahkannya kehalalannya bagi muslim, juga memiliki risiko gangguan akut pada sistem syaraf motorik karena terpaparnya penciuman terhadap uap etanol (Nadeau dkk., 2003). Penggunaan zat-zat antiseptik atau disinfektan sebenarnya memiliki fungsi yang sama dengan aktivitas bersuci dengan menyucikan benda dari najis. Untuk dapat memahami secara sederhana dan cepat tentang mineral-mineral tanah liat memiliki potensi bahan aktif sanitasi yang ramah lingkungan maka perlu dikaji melalui tinjauan pustaka secara sistematis. Kajian melalui tinjauan pustaka ini penting dilakukan mengingat biaya dan waktu yang dibutuhkan jika dilakukan penelitian di laboratorium dan lapangan sementara COVID-19 mewabah begitu cepat dan memakan banyak korban meninggal. Selain itu hasil kajian ini memiliki kepentingan dalam integrasi keilmuan keislaman sebagai sumber alternatif inspirasi wahyu yang memandu keilmuan kealaman dan teknologi yang sampai saat ini masih jarang dilakukan.

2 Metodologi

Jenis karya tulis ilmiah yang diangkat ini adalah tinjauan pustaka secara sistematis (*systematic literature review*). Metodologi dalam penulisan karya tulis ini dimulai dengan pengangkatan masalah dan urgensinya yang telah disampaikan dalam bagian pendahuluan, dilanjutkan dengan tinjauan pustaka yang dapat menjadi bahan pembahasan. Pembahasan dilakukan secara sistematis dengan mengarahkannya untuk dapat memperoleh kesimpulan yang meyakinkan. Tinjauan pustaka dilakukan berdasarkan sumber-sumber pustaka primer dan sekunder yang relevan dan tepercaya berkaitan dengan masalah-masalah keaktifan mineral-mineral tanah liat sebagai adsorben berbagai spesi kimia, termasuk sebagai antibakteri dan antivirus. Pembahasan dari

tinjauan pustaka kemudian diarahkan untuk dapat dipahami bahwa mineral-mineral tanah liat dapat dijadikan bahan aktif sanitasi dalam pencegahan wabah COVID-19 yang memiliki kepastian kehalalan dan kecilnya risiko bagi kesehatan dan lingkungan.

3 Tinjauan Pustaka

3.1 Mineral-mineral Tanah Liat sebagai Penyimpan, Pemroses, dan Pendistribusi Semua Spesi Kimia secara Alami

Sampai saat ini belum ada definisi khusus tanah liat (*clay*), kecuali berdasarkan ciri-ciri fisiknya, yakni partikel-partikel mikrokristalin yang terdiri atas satu kelompok mineral yang terdapat secara alami, memiliki ukuran partikel $< 0,002$ mm, bermuatan negatif, menunjukkan sifat plastis (liat) dalam keadaan lembab/basah, yang jika dikeringkan akan mengeras (Firoozi, 2016). Secara tradisional, tanah liat memiliki ciri yang menonjol mudah dibentuk dalam keadaan basah. Jika tanah liat mengacu pada kelompok senyawa yang menunjukkan ciri-ciri fisik yang telah disebutkan, maka mineral-mineral tanah liat merupakan kelompok mineral yang membentuk tanah liat. Sebuah mineral tanah liat didefinisikan sebagai kristal yang terbangun dari lembaran-lembaran yang mengandung ion-ion aluminosilikat hidrat dan ion-ion logam. Ciri satuan kristalnya mengandung dua satuan mendasar bentuk koordinasi tetrahedral SiO_4 dan oktahedral TO_6 ($T = \text{Al}^{3+}$, Mg^{2+} , Fe^{3+} , dst.) yang saling terikat melalui atom-atom oksigennya (Firoozi, 2016). Mineral-mineral tanah liat merupakan salah satu dari tiga kandungan utama dari tanah, sementara dua sisanya adalah mineral-mineral silika dan humus (Conklin, 2005). Dua contoh mineral tanah yang paling umum dikenal adalah bentonit dan kaolinit. Kedua jenis mineral tanah liat tersebut dikenal secara umum karena banyak terdapat sebagai bahan tambang daripada masih tercampur cukup banyak dengan mineral-mineral silika (Murray, 2007).

Keberadaan mineral-mineral tanah liat dalam tanah secara umum memiliki peranan dalam menyimpan air, mineral-mineral logam, dan senyawa-senyawa organik, kemudian mendistribusikannya ke bagian-bagian tanah lain. Distribusi tersebut terjadi karena akar tumbuhan yang memerlukannya atau sebagai bagian dari reaksi-reaksi kesetimbangan fasa padat dalam tanah atau interaksi dengan kimia larutan air di lingkungannya (Conklin, 2005). Zat-zat organik yang masuk ke dalam antar lapisan tanah liat terkatalisis dan bergabung menghasilkan agregat zat organik sangat besar, yakni humus (Sposito, 1984). Zat humus ini tetap melekat pada mineral-mineral tanah liat, dan bersama dengannya memainkan peranan dalam menyimpan dan mendistribusikan semua spesi kimia yang masuk dari udara dan air secara alami maupun karena ada interaksi dengan lingkungan biotik (Mortland, 1970) (Suhendar dkk., 2019).

Mineral-mineral tanah liat dapat terbentuk karena terendahnya suatu areal lahan tanah dalam jangka yang cukup lama. Air memiliki peranan dalam transformasi mineral-mineral dan batuan-batuan dalam tanah yang mengandung silika, silikat, dan aluminosilikat. Contoh tanah liat yang terbentuk karena terendam air sangat lama adalah tanah-tanah liat di lahan sawah, rawa, pinggiran sungai, danau, dan pantai (Suhendar dkk., 2019). Salah satu peranan yang cukup masif dari tanah liat yaitu dapat menampung banyak air di wilayah-wilayah gunung dan kaki gunung. Jika tidak terlalu banyak batuan keras dan tumbuhan, areal tanah kaki gunung dapat mudah mengalami longsor. Longsornya tanah merupakan akibat dari jenuhnya tanah liat oleh air, menjadikannya licin dan mudah bergeser (Fujie dkk., 2020). Besarnya daya tampung tumpukan lembaran-lembaran polimer tanah liat dapat dilihat dari retak-retaknya tanah yang didominasi tanah liat seperti yang diperlihatkan tanah sawah ketika terjadi musim kemarau yang panjang (Ringrose-Voase dan Sanidad, 1996). Di areal-areal lain, retak-retak tanah ini diminimalisir dengan keberadaan mineral-mineral silika yang lebih kompak (Mousavi dan Karamvand, 2017).

3.2 Mineral-mineral Tanah Liat sebagai Adsorben Multifungsi

Dengan sifat alamiahnya sebagai penyimpan spesi-spesi kimia apapun, tidak mengherankan jika mineral-mineral tanah liat merupakan adsorben alami multifungsi, sama seperti mineral yang sejenis kandungan unsur-unsurnya (Zhou dkk., 2019). Berbeda dengan adsorben-adsorben lainnya, mineral-mineral tanah liat memiliki mekanisme yang berbeda dengan zeolit maupun padatan-padatan anorganik lainnya. Padatan-padatan anorganik lainnya memiliki sifat adsorpsi dari pori-pori dan luas permukaannya, sementara mineral-mineral tanah liat berasal dari interkalasi “tanpa batas” jumlah dan jenis molekul atau ion yang teradsorpsi pada antar

lembaran polimer-polimernya (Solin, 1997). Tidak mengherankan jika tanah disebut ibarat kolam besar yang menampung semua zat organik yang menyimpannya (Stockmann dkk., 2013).

Banyaknya daya tampung mineral-mineral tanah liat untuk menyerap dan menyimpan berbagai spesi kimia dengan ragam jenis interaksi karena struktur lembarannya secara horizontal memiliki sifat hidrofobik di satu permukaan dan hidrofilik di permukaan lainnya. Sisi yang mengandung gugus yang terikat langsung ke atom silikon cenderung hidrofobik sementara yang terikat ke atom aluminium cenderung hidrofilik. Selain itu, sejatinya lembaran-lembaran polimer tanah liat itu bermuatan negatif sebagai akibat dari adanya gugus hidroksil yang terikat pada atom aluminium sehingga dapat mengikat ion-ion positif monoatom ataupun poliatom (seperti amonium). Dengan demikian, mineral-mineral tanah liat dapat mengikat air, berbagai senyawa organik dengan rentang kepolaran yang lebar, dan juga partikel-partikel dari oksida-oksida logam (Conklin, 2005).

Beberapa aplikasi tanah liat yang telah dilaporkan seperti kaolin bahan pengisi pada kertas, cat, bahan keramik, plastik, karet, pigmen tinta, katalis, fiberglass, bahan pencampur semen, dempul, perekat, kosmetik (bedak), pelembut dan pelentur batu kapur, enamel porselen, aplikasi pupuk, adsorben fluorida, bahan aditif makanan, pencetak lelehan logam, pelapis pelindung buah-buahan dan sayuran, pembawa zat insektisida dan pestisida, obat maag, penyerap bakteri dan toksin dalam saluran pencernaan makanan, pengeras grafit pada pensil, bahan pencampur sabun, pelindung batang las, dan pencampur bahan plastik pelindung kabel. Di samping itu, masih banyak belum disebutkan. Pada mineral-mineral tanah liat lain fungsinya sebagian besar mirip, seperti pada bentonit, paligorskite, dan sepiolit (Murray, 2007). Masih terdapat mineral-mineral tanah liat lain yang belum disebutkan karena kelimpahannya cukup rendah dibandingkan kaolin maupun bentonit sehingga belum banyak mendapatkan perhatian. Selain untuk adsorpsi, mineral tanah liat dapat direkayasa sebagai pendukung ditanamkannya spesi-spesi kimia yang memiliki keaktifan-keaktifan tertentu. Cara kerja menanamkan spesi-spesi kimia tersebut sebenarnya merupakan perluasan fungsi mineral tanah liat sebagai adsorben (Murray, 2007). Dengan spesi-spesi kimia yang beragam jenis keaktifannya tersebut, maka mineral-mineral tanah liat merupakan adsorben multifungsi, baik secara alamiah, sintetik, maupun rekayasannya.

3.3 Keaktifan Mineral-mineral Tanah Liat sebagai Antibakteri dan Antivirus

Mineral-mineral tanah liat alami memiliki sifat antibakteri berdasarkan keberadaan besi tereduksi (Fe^{2+}). Ion ini memasuki struktur protein sel terluar bakteri dan menghasilkan radikal hidroksil yang mematikan bagi bakteri (Williams dkk., 2011). Kehadiran logam-logam transisi lainnya dan Al^{3+} yang dibawa tanah liat alami juga berperan langsung terhadap sifat antibakteri ini (Otto dan Haydel, 2013) (Londono, 2017). Karena memiliki kapasitas tukar kation yang besar, mineral-mineral tanah liat juga dapat bertindak sebagai pendukung logam-logam yang dikenal sangat aktif sebagai antibakteri, apalagi tanah liatnya miskin air sehingga pengeringan tidak lebih dari 550 °C sangat membantu aktivitas antibakterinya (Williams dan Haydel, 2010).

Sejauh ini, aktivitas antivirus dari mineral tanah liat belum banyak digali. Namun demikian terdapat satu contoh yang meyakinkan bahwa mineral tanah liat secara langsung dapat memiliki aktivitas antivirus, yakni dimodifikasi dengan surfaktan atau direkayasa menjadi partikel-partikel nano (Liang dkk., 2014).

3.4 Tanah Liat, Silika, dan Humus sebagai Kombinasi Pembersih dan Antikuman Alami

Humus merupakan zat yang memiliki sifat surfaktan (Conte dkk., 2005). Kombinasi antara tanah liat dan surfaktan merupakan kombinasi yang memiliki dan antivirus (Liang dkk., 2014). Secara alamiah, tanah liat telah membawa oksida-oksida logam transisi yang dapat meningkatkan efek antikuman melalui keaktifannya terhadap gugus hidroksi maupun tiol (Oya dkk., 1994) (Morrison dkk., 2016). Bersama dengan humus, komposisi unsur-unsur logam transisi yang dikandung tanah liat akan makin meningkat karena humus mengandung banyak gugus fungsi yang menjadi sumber pasangan elektron bebas bagi terikatnya logam-logam transisi. Dengan demikian fungsi pembersih molekuler sekaligus antiseptik dari kombinasi tanah liat dan humus dalam tanah alami dapat terpenuhi.

Keberadaan silika melengkapkan fungsi pembersih alami dari tanah liat dan humus. Sifat silika yang abrasif (Radnoff dan Kutz, 2014) akan menguntungkan, karena silika dapat menjadi pembersih awal untuk

menghilangkan kotoran yang melekat secara mekanik. Dengan adanya silika, mineral-mineral tanah liat beserta ion-ion logam pengisinya, dan senyawa humus, dapat dilihat bahwa tanah secara alamiah sudah mengandung sifat pembersih yang kelengkapannya sama dengan konsep pembersihan dengan menggunakan sabun atau deterjen yang ditambah zat antiseptik kemudian digunakan untuk membersihkan dengan bantuan sikat.

4 Pembahasan

4.1 Taharah dengan Menggunakan Tanah sebagai Pionir Pencegahan Penularan Wabah Penyakit dari Bakteri dan Virus

Dalam sub-bab ini kita akan membahas kepioniran ajaran Islam dalam mencegah penularan penyakit yang terjadi di seluruh dunia, dari mulai kebijakan karantina/isolasi/*lock-down/physical-social distancing* sampai sterilisasi badan dan sanitasi tangan/cuci wajah. Kebijakan tersebut ibarat simalakama, jika tidak dilakukan maka akan terus-menerus bertambah kasus individu-individu yang terinfeksi, sementara jika dilakukan memiliki risiko secara ekonomi dan sosial yang besar. Islam telah mewajibkan isolasi terhadap yang sakit, apapun sakitnya, seperti yang disampaikan dalam hadits, “Orang yang sakit janganlah membaaur dengan yang sehat.” (HR. Bukhari dan Muslim). Hadits ini ringkas dan komprehensif, hanya mewajibkan kebijakan *physical-social distancing* bagi/terhadap orang-orang yang positif dinyatakan sakit untuk mengurangi risiko penularan. Penerapan hadits ini juga akan mengurangi dampak yang terlalu berat pada kehidupan sosial dan ekonomi. Orang-orang yang diisolasi pun harus dirawat, diobati, dan diberi nutrisi-nutrisi tertentu untuk meningkatkan daya tahan tubuhnya.

Ajaran Islam banyak memberikan banyak alternatif cara pengobatan dan sumber-sumber suplemen untuk meningkatkan daya tahan tubuh (Nurhayati, 2016). Dalam masa isolasi, orang-orang yang sakit maupun belum sakit namun sudah terdampak masih dapat melakukan salat dengan bersuci melalui cara tayamum. Tayamum merupakan salah satu ajaran Islam dalam taharah yang menggunakan tanah untuk bersuci. Jika bersuci dengan air seperti mandi dan wudu masih sulit memahami dalam penyelesaian masalah penularan penyakit, maka bersuci dengan tanah akan berkaitan langsung dengan masalah-masalah konkret yang sangat dekat dengan sumber penyebaran penyakit, yakni bakteri patogen dan virus. Namun jangan diremehkan bahwa menjaga wudu (sering berwudu) bagi orang sehat juga membantu mengurangi bakteri dan virus di area-area yang gosok dan dibilas air. Air tanpa antiseptik tetap menunjukkan adanya aktivitas pengurangan bakteri dan virus, namun dengan laju pengurangan lebih lambat dibandingkan dengan pemakaian zat-zat antiseptik (Sickbert-Bennett dkk., 2005). Bahkan lebih lanjut bakteri dapat hilang dari anggota badan hanya dengan cuci tangan menggunakan air setelah tiga kali pencucian, keempat sampai ke delapan muncul lagi dan akhirnya yang kesembilan hilang kembali (Riza dkk., 2019).

Dapat dipertegas bahwa kegiatan bersuci dengan menggunakan air adalah berkaitan dengan upaya pencegahan penyakit bagi orang-orang yang masih sehat, sementara bersuci dengan tanah berkaitan dengan orang-orang yang sudah sakit dan upaya untuk memutuskan rantai penyebaran penyakit akibat bakteri dan virus. Kita akan membahas lebih jauh bagaimana tanah dapat digunakan sebagai pencegah penularan penyakit akibat bakteri atau virus, baik dari kepioniran ajaran Islam maupun saintifik berupa temuan-temuan mengenai tanah sebagai material antibakteri dan antivirus.

Terdapat dua taharah yang menggunakan tanah yang mendasari pencegahan penularan penyakit akibat infeksi oleh bakteri atau virus, yakni menyucikan benda yang dijilat anjing dan tayamum. Dalam ajaran Islam, air liur anjing masuk pada kategori najis berat. Hewan karnivora berbahaya dan pemangsa hewan lain yang telah dibekali cakar, taring, dan air liur yang berbahaya. Air liur hewan yang bercakar dan bertaring berbahaya karena menyangkut kelangsungan hidupnya, yakni untuk segera dapat mematikan mangsanya jika ditelan setelah dicabik-cabik dengan cakar dan taringnya. Oleh karena itu dalam ajaran Islam air liur anjing dijadikan representasi najis berat karena anjing merupakan hewan karnivora yang berbahaya namun sering dipelihara atau paling dekat dengan kehidupan manusia sepanjang sejarahnya (Larson dan Bradley, 2014). Air liur (saliva) anjing mengandung zat allergen (Polovic dkk., 2013) dan menjadi tempat berhuninya bakteri-bakteri patogen dan virus mematikan (Pieracci dkk., 2019). Ajaran Islam mewajibkan taharah (menyucikan) benda-benda yang terkena jilatan anjing dengan menggunakan air yang dicampur dengan tanah. Berdasarkan tinjauan

pustaka (bab ke-3), kami dapat memahami keponiran ajaran taharah menggunakan tanah untuk mencegah penularan penyakit yang diakibatkan bakteri patogen dan virus mematikan. Hal ini dapat dipahami karena tanah di manapun selalu mengandung mineral-mineral tanah liat yang aktif sebagai antibakteri dan antivirus.

Diketahui bahwa masuknya virus ke dalam tubuh manusia melalui mata, hidung, dan mulut. Oleh karena itu tidak mengherankan jika menggunakan penggunaan masker wajah diwajibkan selama wabah penyakit yang disebabkan virus masih terjadi. Selain wajah menggunakan masker di tempat-tempat umum, kegiatan mencuci tangan sesering mungkin merupakan anjuran yang tidak dapat dihiraukan. Tangan menjadi media paling rentan perpindahan virus dari benda-benda yang dipegang ke mata dan mulut. Dapat diperhatikan bahwa dua anggota badan yang paling diperhatikan dalam pencegahan penyebaran virus adalah wajah dan tangan, sama dengan yang diperhatikan pada pelaksanaan tayamum. Bagi muslim yang sehat dan air tersedia, tayamum justru tidak diperbolehkan, diwajibkan wudu dengan air untuk ritual-ritual yang mengharuskan wudu, dan sunnat (dianjurkan) untuk sering berwudu. Dari empat anggota badan yang dibasuh dalam berwudu, dua di antaranya wajah dan tangan, sementara membersihkan lubang hidung dan membersihkan gigi/mulut dianjurkan.

4.2 Belajar Cara Mengendalikan Penyebaran Bakteri dan Virus Mematikan dari Menyucikan Najis Berat Air Liur Anjing

Dalam ilmu fikih mengenai taharah air liur anjing tergolong najis berat. Jika najis-najis lebih ringan ternyata hanya ditangani dengan air, sementara cara menyucikan najis berat seperti air liur anjing air untuk menyucikannya harus dicampur dengan tanah (Suhendar, 2017). Saliva anjing mengandung globulin yang menyebabkan alergi kulit dan pernafasan. Terdapat sejumlah bakteri patogen dan virus mematikan dalam air liur anjing, dengan menimbulkan korban terinfeksi yang banyak (Oh dkk., 2015) (Pieracci dkk., 2019). Dalam ilmu fikih taharah, penyuciannya menggunakan beberapa kali basuhan air dan salah satu basuhannya dicampur dengan tanah. Pencampuran tanah dengan air akan menghasilkan sistem campuran larutan, koloid, dan suspensi dari tanah liat dan humus. Sebagian humus yang terlarut akan menghasilkan larutan yang dapat berfungsi sebagai surfaktan. Koloid dari tanah liat yang terdispersi berukuran dalam skala nanometer. Gabungan nanometer tanah liat dan surfaktan telah dilaporkan memiliki sifat antivirus dengan spektrum luas (Liang dkk., 2014), sehingga dapat dipahami bahwa adanya air dan tanah menghasilkan sistem yang mengandung daya antivirus. Sementara sifat antibakteri juga dimiliki oleh tanah liat dari aluminiumnya yang terlarut (Morrison, Misra, dan Williams, 2016)

4.3 Belajar Konsep Sanitasi dari Wudu, Tayamum, dan Penanganan Najis Berat Menuju Hilirisasi Produk Pembersih Bersifat Antiseptik dan Disinfektan yang Halal dan Ramah Lingkungan

Senyawa etanol diketahui bersifat volatil sehingga pemakaiannya di luar tubuh manusia tetap memiliki risiko terhirup. Etanol yang terhirup memiliki risiko mengganggu sistem syaraf yang akut (Nadeau dkk., 2003), sehingga penggunaannya untuk bilik disinfektan maupun *hand sanitizer* dalam jangka waktu lama sangat tidak disarankan. Melalui mulut (diminum) maupun hidung (terhirup), larutan etanol tetap berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, wajar bila di kalangan ulama Islam penggunaan etanol masih menjadi polemik kehalalannya dalam jenis penggunaan maupun kuantitasnya. Dengan kasus seperti ini, sangat penting bagi umat Islam untuk mencari pengganti alkohol sebagai disinfektan dan antiseptik yang halal dan aman.

Bagi seorang muslim, mencuci tangan secara esensi masuk pada kriteria taharah. Mencuci tangan dapat dilakukan dengan atau tanpa sabun, namun memakai air untuk membilasnya adalah keharusan. Zat aktif dalam mencuci tangan ini adalah sabun sementara air sebagai pembilasnya. Karena agama Islam mewajibkan sanitasi (taharah), tentu zat-zat yang terlibat dalam pelaksanaannya harus halal dan bebas dari polemik keragu-raguan. Zat yang terlibat dalam taharah dan telah banyak hasil-hasil penelitiannya adalah zat aktif kandungan tanah, yakni mineral/mineral-mineral tanah liat. sebagai adsorben, antibakteri, dan antivirus, sebagaimana telah dipaparkan sebelumnya. Temuan mutakhir menunjukkan pula bahwa humus memiliki sifat surfaktan. Gabungan tanah liat berukuran skala nanometer dengan surfaktan menunjukkan memiliki sifat antibakteri dan virus dalam spektrum yang luas (Liang dkk., 2014). Tanpa rekayasapun, keadaan alamiah suspensi tanah liat dan humus memiliki daya antibakteri, seperti hasil uji terhadap penggunaan lumpur yang sama efektifnya dengan penggunaan sabun dalam aktivitasnya melawan koloni bakteri-bakteri penyebab diare (Hoque dan

Briend, 1991). Dalam kondisi yang terkontrol dengan intensitas dan kekuatan menggosok yang sama terhadap tangan dan kemudian dibilas dengan air yang banyak, baik tanah, abu, maupun sabun, memiliki kekuatan yang sama dalam menghilangkan bakteri yang ada pada telapak tangan (Hoque, 2003). Aplikasi tanah liat terhadap bahan kain memiliki daya antibakteri juga (Maryan dkk., 2012), membenarkan ilmu fikih mengenai anjuran wanita memakai kain yang panjang (*syar'i*) walaupun sampai menjuntai ke tanah, karena tanah yang kering dan menempel di kain memiliki keaktifan antikuman. Dengan demikian, tanah secara alamiah telah menandung sifat pembersih sekaligus antiseptik. Oleh karena itu, ajaran Islam dalam taharah telah mengajarkan secara komprehensif cara membersihkan yang sekaligus menonaktifkan kuman-kuman melalui campuran air dengan tanah. Pemahaman ini terselip di balik perintah menyucikan benda-benda yang terkena najis berat, seperti air liur anjing.

Hikmah-hikmah taharah yang diwajibkan maupun yang disunnahkan dalam ajaran Islam telah membuat banyak pelaku bisnis dalam produk-produk *toilettries* memasukkan bahan-bahan aktif yang sebenarnya telah diajarkan dalam taharah. Hal ini tampak pada pemakaian bahan tambahan serbuk kayu siwak (*Salvadora persica*) pada produk pasta gigi dan minyak zaitun dan minyak kasturi pada sabun mandi. Tidak ketinggalan pula penggunaan tanah liat telah dilakukan sebagai aktif tambahan dalam sabun dan sampo (Gubitosa dkk., 2019), suatu pelajaran yang diambil dari kombinasi tanah liat dan humus yang ada pada tanah alami yang memiliki aktivitas antikuman. Akhirnya kita dapat melihat perwujudan peniruan taharah dalam menyucikan najis berat (air liur anjing) terdapat dalam produk sabun mandi batangan, selain fungsi utama pembersih (surfaktan), juga terdapat bahan pengisi (bersifat abrasif), memasukkan fungsi antiseptik (mineral tanah liat), namun tetap memerlukan air untuk membilas. Dalam taharah untuk menyucikan yang terkena air liur anjing, ketiga fungsi tersebut telah ada, yakni air yang ditambah dengan tanah, dalam tanah terkandung mineral silika sebagai bahan abrasif, mineral-mineral tanah liat sebagai antikuman, dan humus sebagai surfaktan.

Penggunaan air dalam wudu, tanah dalam taharah tayamum, maupun menyucikan dari najis berat telah menunjukkan kebenaran ajaran Islam dalam mencegah penyakit yang diakibatkan infeksi bakteri patogen dan virus berbahaya, tanpa memiliki risiko pencemaran lingkungan. Mencuci tangan sesering mungkin mirip dengan menjaga wudu bagi seorang muslim yang sehat, muka dan tangan sering dibersihkan, pembilasan dengan air yang dibantu pemijatan cukup membantu menghilangkan bakteri dan virus (Hoque, 2003) (Sickbert-Bennet dkk., 2005), bahkan lebih menyeluruh sampai sela-sela jari tangan dan kaki, daun telinga dan lubangnya. Sementara yang sakit dianjurkan dengan tayamum yang sejalan dengan pencegahan berkembangbiaknya kuman berdasarkan pemahaman taharah menanganani najis berat dengan menggunakan campuran tanah dan air.

Belajar dari cara menghentikan berkembangbiaknya kuman berdasarkan taharah untuk menangani najis berat, juga anjuran menjaga wudu (sering berwudu, bukan hanya untuk melakukan ibadah yang mempersyaratkannya), kita dapat menemukan formulasi bahan-bahan untuk pencegahan mewabahnya COVID-19 dalam hal sanitasi. Bahan-bahan yang terlibat setidaknya mengandung air dalam proporsi yang dominan sebagai pembilas, bahan-bahan abrasif, aktif sebagai pembersih dan antikuman, yang secara berturut adalah air, padatan abrasif, surfaktan, dan adsorben yang aktif terhadap zat-zat berbahaya dan kuman. Hilirisasi pencegahan COVID-19 dari bahan sanitasi yang aman berdasarkan ajaran Islam dapat berupa sabun (surfaktan) dengan menyertakan filler silika, ditambah mineral/mineral-mineral tanah liat. Jika akan ditambah dengan parfum, dapat dipilih minyak kasturi. Untuk memenuhi standar kesehatan, semua bahan dapat disintesis dengan baik menggunakan prinsip-prinsip ilmu kimia. Bahan aktif surfaktan dapat disintesis dengan menggunakan basa kuat dan minyak zaitun, silika dapat diekstraksi dari sekam padi, dan mineral tanah liat dapat disintesis dari silika dan sumber aluminium yang murah. Sementara untuk minyak kasturi dapat diekstraksi dari tumbuhan yang mengandung minyak ini atau disintesis di laboratorium kimia.

Pemilihan bahan-bahan yang disebutkan untuk membuat formulasi sabun yang memiliki bahan aktif tanah liat tersebut berdasarkan khasanah ajaran Islam mengenai bahan-bahan tersebut. Pemilihan silika dan mineral tanah liat didasari pertimbangan dari taharah menggunakan tanah pada penyucian benda-benda yang terkena najis berat. Adapun dipilihnya resep sebagai formulasi sabun berdasarkan kandungan tanah berupa humus yang diketahui sebagai bahan surfaktan bawaan dari tanah. Namun demikian, harus dicatat bahwa partikel-partikel dari mineral-mineral tanah liatnya harus dikondisikan terdispersi dalam skala ukuran nanometer berdasarkan hasil penelitian Liang dkk. (2014). Dipilihnya minyak zaitun sebagai bahan dasar sabun karena

minyak ini selain istimewa berdasarkan keterangan-keterangan dalam Quran dan Hadis, juga telah banyak diteliti dan memiliki lebih banyak keunggulan dibandingkan sumber-sumber nabati lainnya. Dalam bentuk telah menjadi sabun, minyak ini menjadi garam, terutama sebagai garam alkali-oleat yang memiliki efek antibakteri (Kawahara dkk., 2019) dan aman ditinjau dari sudut pandang keamanan pangan (Younes dkk., 2018). Penggunaan oleat juga memiliki manfaat tambahan, memiliki sifat antiradang dan efek perbaikan kulit (Lin dkk., 2017). Demikian juga pembentukan optimasi pembentukan busanya dapat disetel berdasarkan fungsi pH (Shu dkk., 2014), sehingga dapat disesuaikan dengan selera pemakai terhadap kesan mengenai busa. Terakhir, pemakaian produk ini juga harus memperhatikan kecukupan air untuk membilasnya, karena air biasa yang digunakan sehari-haripun memiliki daya pengurangan terhadap populasi bakteri dan virus (Sickbert-Bennett dkk., 2005). Kuantitas air memiliki pengaruh terhadap pembersihan karena masalah daya larut dan kepekatan zat terlarut seperti halnya konsep volume air yang digunakan dalam berwudu (Suhendar dkk., 2019).

5 Simpulan

Tanah liat secara alami memiliki sifat adsorben multifungsi, baik terhadap zat-zat berbahaya maupun dalam menghambat dan menonaktifkan kuman-kuman, sehingga memiliki potensi untuk bahan sanitasi. Ajaran Islam dalam taharah untuk menyucikan benda-benda dari najis berat dapat memberikan gagasan yang tepat dalam pencegahan wabah COVID-19 dalam ruang lingkup aktivitas sanitasi. Karena inspirasinya dari taharah, gagasan ini memiliki potensi dapat diimplementasikan tanpa melibatkan bahan-bahan yang masih meragukan kehalalannya, namun tetap efektif, tidak memiliki risiko efek samping bagi kesehatan, dan tetap ramah lingkungan. Jika mineral-mineral tanah liat akan diaplikasikan sebagai antivirus, cara terbaik adalah dengan menjadikan partikel-partikelnya terdispersi dalam skala ukuran nanometer.

Referensi

- Conklin, Jr., Alfred R. (2005). *Introduction to Soil Chemistry: Analysis and Instrumentation*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Conte, P., Agretto, A., Spaccini, R., Piccolo, A. (2005). Soil remediation: Humic acids as natural surfactants in the washings of highly contaminated soils. *Environmental Pollution*, 135(3):515-522.
- Di Quinzio, M. & McCarthy, A. (2008). Rabies risk among travellers. *Canadian Medical Association Journal*, 178(5): 567.
- Firoozi, A.A., Firoozi, A.A., & Baghini, M.S. (2016). A Review of Clayey Soils. *Asian Journal of Applied Sciences*, 4(6):1319-1330.
- Fujie, G., Kodaira, S., Nakamura, Y., Morgan, J.P., Dannowski, A., Thorwart, M., Grevemeyer, I., dan Miura, S. (2020). Spatial variations of incoming sediments at the northeastern Japan arc and their implications for megathrust earthquakes. *Geology*, Doi: 10.1130/G46757.1
- Ghasemzadeh, I. & Namazi, S.H. (2015). Review of bacterial and viral zoonotic infections transmitted by dogs. *Journal of Medicine and Life*, 8(4):1-5.
- Gubitosa, J., Rizzi, V., Fini, P., & Cosma, P. (2019). Hair Care Cosmetics: From Traditional Shampoo to Solid Clay and Herbal Shampoo, A Review. *Cosmetics*, 6(1), 13
- Hoque, B.A. (2003). Handwashing practices and challenges in Bangladesh. *International Journal of Environmental Health Research*, 13:S81 – S87.
- Hoque, B.A. & Briend, A. (1991). A comparison of local handwashing agents in Bangladesh. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 94:61-64
- Ion, R.-M., Fierăscu, R.-C., Teodorescu, S., Fierăscu, I., Bunghez, I.-R., Țurcanu-Caruțiu, D., & Ion, M.-L. (2016). *Ceramic Materials Based on Clay Minerals in Cultural Heritage Study* (dalam *Clays, Clay Minerals and Ceramic Materials Based on Clay Minerals*), Do Nascimento G.M. (ed.). IntechOpen, hal. 159-184. DOI: 10.5772/61633.
- Kawahara, T., Takita, M., Masunaga, A., Morita, H., Tsukatani, T., Nakazawa, K., Go, D., & Akita, S. (2019). Fatty Acid Potassium Had Beneficial Bactericidal Effects and Removed Staphylococcus aureus Biofilms while Exhibiting Reduced Cytotoxicity towards Mouse Fibroblasts and Human Keratinocytes. *International Journal of Molecular Sciences*, 20, 312.
- Larson, G. dan Bradley, D.G. (2014). How Much Is That in Dog Years? The Advent of Canine Population Genomics (Ed. Leif Andersson). *PLoS Genetics*, 10(1): e1004093.
- Liang, J.J., Wei, J.C., Lee, Y.L., Hsu, S.H., Lin, J.J., dan Lin, Y.L. (2014). Surfactant-modified nanoclay exhibits an antiviral activity with high potency and broad spectrum. *Journal of Virology*, 88(8):4218-28.

- Lin, T.-K., Zhong, L., & Santiago, J.S. (2018). Anti-Inflammatory and Skin Barrier Repair Effects of Topical Application of Some Plant Oils. *International Journal of Molecular Sciences*, 19:70.
- Londono, S.C., Hartnett, H.E., & Williams, L.B. (2017). Antibacterial Activity of Aluminum in Clay from the Colombian Amazon. *Environmental Science & Technology*, 51:2401–2408
- Maryan, A.S., Montazer, M., Rashidi, A., & Rahimi, M.K. (2013). Antibacterial Properties of Clay Layers Silicate: A Special Study of Montmorillonite on Cotton Fiber. *Asian Journal of Chemistry*; 25(5): 2889-2892.
- Morrison, K.D., Misra, R., dan Williams, L.B. (2016). Unearthing the Antibacterial Mechanism of Medicinal Clay: A Geochemical Approach to Combating Antibiotic Resistance. *Scientific Reports*, 6: 19043.
- Mortland, M. M., 1970. Clay-Organic Complexes and Interactions. *Advances in Agronomy*, 22:5-117
- Murray, H.H. (2007). *Applied Clay Mineralogy: Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays*. Amsterdam: Elsevier.
- Mousavi, S.E. & Karamvand, A. (2017). Assessment of strength development in stabilized soil with CBR PLUS and silica sand. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4(4): 412-421.
- Nadeau, V., Lamoureux, D., Beuter, A., Charbonneau, M., & Tardif, R. (2003). Neuromotor Effects of Acute Ethanol Inhalation Exposure in Humans: A Preliminary Study. *Journal of Occupational Health*, 45(4):215-222.
- Nurhayati (2016). Kesehatan dan Pengobatan dalam Tradisi Islam: Kajian Kitab Shahih al-Bukhari. *Ahkam*, XVI(2): 223-228
- Oh, C., Lee, K., Cheong, Y., Lee, S.-W., Park, S.-Y., Song, C.-S. Choi, I.-S., dan Lee, J.-B. (2015). Comparison of the Oral Microbiomes of Canines and Their Owners Using Next-Generation Sequencing. *PLoS ONE*, 10(7):e0131468.
- Otto, C.C. dan Haydel, S.E. (2013). Exchangeable Ions Are Responsible for the In Vitro Antibacterial Properties of Natural Clay Mixtures. *PLoS ONE* 8(5): e64068.
- Oya, A., Funato, Y., dan Sugiyama, K. (1994). Antimicrobial and antifungal agents derived from clay minerals. *Journal of Materials Science*, 29:11–14.
- Pieracci, E.G., Pearson, C.M., Wallace, R.M., Blanton, J.D., Whitehouse, E.R., Ma, X., Stauffer, K., Chipman, R.B., dan Olson, V. (2019). Vital Signs: Trends in Human Rabies Deaths and Exposures — United States, 1938–2018. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 68(23): 524–528.
- Polovic, N., Wadén, K., Binnmyr, J., Hamsten, C., Grönneberg, R., Palmberg, C., Milcic-Matic, N., Bergman, T., Grönlund, H., van Hage, M. dan Cramer, R. (2013). Dog saliva – an important source of dog allergens. *Allergy*, 68(5): 585–592.
- Ringrose-Voas, A.J. & Sanidad, W.B. (1996). A method for measuring the development of surface cracks in soils: application to crack development after lowland rice. *Geoderma*, 71(3–4): 245-261
- Riza, A., Isnandar, Syaflida, R., & Jasmine (2019). Comparison of chloroxylenol 4.8% and povidone iodine 7.5% on total bacteria count post WHO routine hand washing on clinical students at the Department of Oral Surgery, Faculty of Dentistry, Universitas Sumatera Utara March-May 2018. *Journal of Dentomaxillofacial Science*, 4(3):142-144.
- Radnoff, D.L. dan Kutz, M.K. (2014). Exposure to crystalline silica in abrasive blasting operations where silica and non-silica abrasives are used. *Annals of Occupational Hygiene* 58(1):19-27
- Sickbert-Bennett, E.E., Weber, D.J., Gergen-Teague, M.F., Sobsey, M.D., Samsa, G.P., & Rutala, W.A. (2005). Comparative efficacy of hand hygiene agents in the reduction of bacteria and viruses. *American Journal of Infection Control*, 33(2):67-77
- Solin, S.A. (1997). Clays and clay intercalation compounds: Properties and physical phenomena. *Annual Review of Materials Science*, 27:89-115.
- Sposito, G. (1984). *The Surface Chemistry of Soils*. New York: Oxford University Press.
- Stockmann, U., Adams, M.A., Crawford, J.W., Field, D.J., Henakaarchchi, N., Jenkins, M., Minasny, B., McBratney, A.B., de Courcelles, V.d.R., Singh, K., Wheeler, I., Abbott, L., Angers, D.A., Baldock, J., Bird, M., Brookes, P.C., Chenu, C., Jastrow, J.D., Lal, R., Lehmann, J., O'Donnell, A.G., Parton, W.J., Whitehead, D., dan Zimmermann, M. (2013). The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 164:80-99.
- Suhendar, D. (2017). Fikih (fiqh) air dan tanah dalam taharah (thaharah) menurut perspektif ilmu kimia. *Jurnal ISTEK*, 10(1): 170-193.
- Suhendar, D., Andriani, R., Yunita, Ayuni, H.V., Aliah, H., Sudiarti, T., & Supriadin, A. (2019). The Empirical Meaning of The Use of Soil Dust for Ritual Purification/Cleaning in Islamic Teachings in Relation to

Chemical Composition and Adsorption Properties of Soil Dust. *Preceeding in Conference of Islam, Science and Technology*, Bandung 12 July 2019.

- Suhendar, D., Delilah, G.G.A, Yunita, Purnamasari, W., Halimah, S., Ruhama, S., Amalia, V., & Hadisantoso, E.P. (2019). Understanding the Requirements for Wudhu (Ablution) Water Volume Based on Changes in Chemical Oxygen Demand for Several Days. Presentation in *The 10th International Conference on Green Technology*, Semarang October 2nd – 3rd 2019.
- Suhendar, D., Sundari, E., & Supriadin, A. (2019). Lumpur Hitam Tanah Rawa Hutan Mangrove Karangsong (Kabupaten Indramayu): Komposisi Kimia dan Transformasi Fasa Mineral yang Dihasilkan melalui Penanganan secara Termal. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 29(2): 127-139.
- Shu, X., Meng, Y., Wan, L., Li, G., Yang, M., & Jin, W. (2014). pH-Responsive Aqueous Foams of Oleic Acid/Oleate Solution. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 35:293–300.
- Williams, L.B. & Haydel, S.E. (2010). Evaluation of the medicinal use of clay minerals as antibacterial agents. *International Geology Review*, 52(7/8): 745–770.
- Williams, L.B., Metge, D.W., Eberl, D.D., Harvey, R.W., Turner, A.G., Prapaipong, P., & Poret-Peterson, A. (2011). What Makes a Natural Clay Antibacterial? *Environmental Science & Technology*, 45(8): 3768–3773.
- World Health Organization (2020). Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus (Interim guidance, 23 April 2020). Diperoleh pada 3 Mei 2020, dari https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331846/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.3-eng.pdf?ua=1
- World Health Organization (2020). Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus (Interim guidance, 19 March 2020). Diperoleh pada 3 Mei 2020, dari <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1272446/retrieve>
- Younes, M., Aggett, P., Aguilar, F., Crebelli, R., Dusemund, B., Filipic, M., Frutos, M.J., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Kuhnle, G.G., Leblanc, J.-C., Lillegaard, I.T., Moldeus, P., Mortensen, A., Oskarsson, A., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., Woutersen, R.A., Wright, M., Boon, P., Chrysafidis, D., Gurtler, R., Mosesso, P., Parent-Massin, D., Tobback, P., Cascio, C., Rincon, A.A., & Lambre, C. (2018). Re-evaluation of sodium, potassium and calcium salts of fatty acids (E 470a) and magnesium salts of fatty acids (E 470b) as food additives. *European Food Safety Authority Journal*, 16(3):5180
- Zhou, Y., LaChance, A.M., Smith, A.T., Cheng, H., Liu, Q., & Sun, L. (2019). Strategic Design of Clay-Based Multifunctional Materials: From Natural Minerals to Nanostructured Membranes. *Advanced Functional Materials*, 29(16): 1807611.

Biografi Penulis



Dede Suhendar, lahir di Cianjur, 19 April 1977, tepatnya di Desa Cikidangbayabang, Kecamatan Mande. Pendidikannya dimulai dari SDN Cintanagara (1984-1990), dilanjutkan ke SMPN Mande (1990-1993) Kab. Cianjur, dan SMAN 16 Bandung (1993-1996) Kota Bandung. Sarjana Sains diperolehnya setelah menamatkan Program S1 Kimia, FMIPA, Universitas Padjadjaran (1996-2001), Magister Sains di Program Studi Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Bandung (2003-2005), dan Doktor Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Bandung (2012 – 2018). Terhitung sejak 2010 penulis diangkat menjadi dosen PNS di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, dan menjadi staf pengajar tetap di Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Penulis melakukan aktivitas riset dalam tema-tema kimia umum, kimia padatan, kimia anorganik, dan kimia religius.



Asep Supriadin, dilahirkan di Garut pada tanggal 18 Mei 1973, menamatkan SD dan SMP di kota Garut dan SMT Program Studi Analisis Kimia di Bandung. Gelar sarjana (S1) diperoleh pada tahun 1998 di Jurusan Kimia Universitas Padjadjaran. Pada tahun 2002 jenjang pendidikan magister diperoleh pada Program Studi Ilmu Lingkungan di Universitas Indonesia pada tahun 2005. Pada tahun 2013 menamatkan program S3 Bidang Ilmu MIPA/Kimia di Universitas Padjadjaran. Diangkat CPNS pada tahun 1999 di Fakultas Syari'ah dan sejak tahun 2006 hingga sekarang menjadi staf pengajar di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.



Gina Giftia Azmiana Delilah, lahir di Bandung tanggal 30 Juni 1973. Pendidikan dimulai dari SDN Margahayu Utara Bandung (1979-1985), Pondok Pesantren Pabelan Muntilan Magelang (1985-1988), MAN Bandung (1988-1991), Program Sarjana UIN Bandung (1991-1995) dan Program Magister di UIN SGD Bandung (2003-2005). Saat ini sedang menulis disertasi dan menyelesaikan studinya di Program Doktor UIN SGD Bandung dengan konsentrasi Filsafat Agama. Sejak tahun 2007 penulis menjadi dosen di Fakultas Sains dan Teknologi dan ber home based di Jurusan Kimia. Penulis aktif melakukan riset dengan tema agama, budaya dan integrasi sains dan agama.



Tety Sudiarti, lahir di Bandung, 24 Oktober 1970, tepatnya di Kelurahan Kebonjayanti, Kecamatan Kiaracondong. Pendidikannya dimulai dari SDN Sukapura 2 (1977-1983), dilanjutkan ke SMPN 27 Bandung (1983-1986) Kota Bandung, dan SMAN 3 Bandung (1986-1989) Kota Bandung. Sarjana Pendidikan diperolehnya setelah menamatkan Program S1 Pendidikan Kimia, FPMIPA, IKIP Bandung (1989-1994), Magister Sains di Program Studi Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Bandung (2006-2008), dan Doktor Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Bandung (2011 – 2017). Terhitung sejak 2010 penulis menjadi dosen PNS di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, dan menjadi staf pengajar tetap di Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Penulis melakukan aktivitas riset dalam tema-tema kimia lingkungan, dan energi.