

EFEKTIVITAS CANGKANG TELUR AYAM NEGERI (*Gallus gallus domesticus*) SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP DAYA JERAP LOGAM BERAT MERKURI (Hg^{2+})

¹Fajar Muhammad, ²Yusriani Sapta Dewi

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Satya Negara Indonesia

email: hatakejare26@gmail.com

email :ysaptadewi@gmail.com

ABSTRACT

Industrial development increases pollution in the environment, while the results of industrial waste disposal generally produce waste containing heavy metals, one of which is mercury (Hg). Eggshell is waste originating from households and the food industry which is made from eggs and has the potential as an adsorbent to absorb mercury ions (Hg^{2+}). In this study, egg shells were prepared with two treatments: egg shell adsorbent and with eggshells activated by 30% NaOH after heating in a furnace at 600 oC for 2 hours then mashed with a particle size of 200 mesh. The adsorbent is then used to absorb Hg^{2+} ions from the $Hg(NO_3)_2$ compound. H_2O as much as 0.01 ppm with the activated eggshell and eggshell adsorbent weight of 2 grams each, where the adsorption process is carried out with 2 contact times, namely 60 minutes and 120 minutes and tested with a Mercury Analyzer. The adsorption process obtained, the optimum at the contact time of 120 minutes and the eggshell adsorbent treatment with an average percentage of 93.931%.

Keywords: Adsorbent, Eggshell, Mercury

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya industri di Indonesia memberikan dampak positif berupa meningkatnya perekonomian nasional. Namun selain meningkatnya pertumbuhan ekonomi, industri yang berkembang juga mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan atau menurunnya kualitas lingkungan oleh hasil kegiatan industri tersebut. Limbah industri pada umumnya menghasilkan limbah/sampah yang dikategorikan sebagai logam berat atau limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Logam berat dapat membahayakan kehidupan manusia jika konsentrasinya melebihi ambang batas yang diijinkan (Herwanto dan Eko, 2006). Merkuri (Hg) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya. Ada tiga bentuk merkuri yang toksik terhadap manusia, yaitu merkuri murni, bentuk garam anorganik, dan bentuk organik. Bentuk garam anorganik Hg dapat berbentuk merkuri (Hg^{2+}) dan merkuro (Hg^+), dimana bentuk garam merkuri lebih toksik daripada merkuro. Bentuk organik Hg seperti aril, alkil, dan alkoksi alkil sangat beracun diantara bentuk garam lainnya (Darmono, 2001). Efek toksik Hg berkaitan dengan susunan syaraf yang sangat peka terhadap Hg dengan gejala pertama adalah parestesia, lalu ataksia, disartria, ketulian, dan akhirnya kematian.

Adapun usaha untuk mengurangi kadar ion logam berat dalam limbah cair diantaranya adalah adsorpsi, pengendapan, penukar ion dengan resin, filtrasi dan penyerapan bahan pencemar dengan menggunakan adsorben berupa resin sintetik maupun karbon aktif. Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan adsorben (Reri dkk., 2012).

Cangkang telur merupakan sampah yang berasal dari rumah tangga maupun industri pangan yang berbahan baku telur. Berdasarkan dari data yang bersumber dari Kementerian Pertanian tahun 2018 (<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/07/27/konsumsi-telur-ayam-ras-diprediksi-mencapai-172-juta-ton-pada-2021>) menunjukkan neraca telur ayam ras, dimana pada Tahun 2016 konsumsi telur mencapai 1,4 juta ton dan tiap tahunnya meningkat, dan menjelaskan bahwasanya banyak masyarakat Indonesia yang mengkonsumsi telur ayam ras, baik skala rumah tangga maupun skala industri. Dengan demikian oleh karena meningkatnya konsumsi telur ayam negeri/ras akan berpengaruh terhadap volume timbulan sampah yakni berupa cangkang telur.

Cangkang telur mengandung protein (asam amino) sebagai senyawa aktif dalam proses adsorpsi dan memiliki kandungan kalsium karbonat. Menurut Godelitsas dkk., (2003) dalam Satriani dkk., (2016) kalsium karbonat berinteraksi kuat dengan beberapa ion logam divalent (M^{2+}), penghilang ion logam dalam larutan dapat dilakukan dengan adsorpsi. Oleh karena itu cangkang telur merupakan salah satu jenis sampah yang dapat digunakan sebagai adsorben serta pendukung penerapan minimalisasi limbah karena dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas limbah cangkang telur dengan prinsip pakai ulang (*reuse*) dan pungut ulang (*recovery*) (Nyoman, 2012). Sehingga penulis tertarik untuk menggunakan cangkang telur sebagai objek penelitian.

2. LANDASAN TEORI

Cangkang/Kerabang Telur

Kerabang telur merupakan bagian terluar yang membungkus isi telur dan berfungsi mengurangi kerusakan fisik maupun biologis, serta dilengkapi dengan pori-pori kerabang yang berguna untuk pertukaran gas dari dalam dan luar kerabang telur (Sumarni dan Djuarnani, 1995). Komposisi kerabang telur terdiri atas 98,2% kalsium, 0,9% magnesium dan 0,9% fosfor (Stadelman dan Cotteril, 1973). Pada bagian kerabang telur ditemukan dua selaput (membran), yaitu membran kerabang telur (outer shell membrane) dan membrane albumen (inner shell membrane) yang berfungsi melindungi isi telur dari infiltrasi bakteri dari luar (Kurtini et al., 2011).



Gambar 1. Cangkang Telur

Pada kerabang telur terdapat pori-pori. Banyaknya pori-pori per butir telur ayam ras berkisar antara 7.000—17.000 yang digunakan untuk pertukaran gas. Pori-pori tersebut berukuran 0,01—0,07 μm dan tersebar diseluruh permukaan telur. Kerabang telur pada bagian tumpul memiliki jumlah pori-pori per satuan luas lebih banyak dibandingkan dengan pori-pori bagian lain (Kurtini et al., 2011 dalam Widyantara dkk., 2017). Tebal kerabang telur ayam ras berkisar antara 0,330—0,350 mm. Tebalnya kerabang telur dipengaruhi beberapa faktor yaitu: umur, tipe ayam, zat-zat makanan, peristiwa fatal dari organ tubuh, stress, dan komponen lapisan kerabang telur. Kerabang yang tipis relatif berpori lebih banyak dan besar, sehingga mempercepat turunnya kualitas telur akibat penguapan dan pembusukan lebih cepat (Steward dan Abbott, 1972 dalam Widyantara dkk., 2017).

Ada empat bagian yang membentuk kerabang telur, yaitu (a) kutikula, lapisan tipis sekali (3—10 mikron) dan tidak mempunyai pori-pori, tetapi sifatnya dapat dilalui gas; (b) lapisan bunga karang (*spongy calcareous layer*) terdiri dari protein serabut yang berbentuk anyaman dan lapisan kapur (CaCO_3); $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$, MgCO_3 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$; (c) lapisan mamalia (*mammillary layer*), sangat tipis, tebalnya 1/3 lapisan seluruh kerabang telur; dan (d) lapisan membran, terdiri dari 2 lapisan yang menyelubungi seluruh telur, tebalnya sekitar 65 mikron, semakin kearah tumpul semakin tebal (Kurtini et al., 2011 dalam Widyantara dkk., 2017)

Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bahan sejenis adsorben (penyerap) berwarna hitam, berbentuk granular, butir ataupun bubuk yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 200 sampai 2000 m^2/g . Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya. Luas permukaan yang besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap (Sudibandriyo, 2003 dalam Irwanto 2014)

Berdasarkan penggunaannya, karbon aktif terbagi menjadi 2 jenis yaitu karbon aktif untuk fase cair dan karbon aktif untuk fase uap.

1. Karbon aktif untuk fase cair

Karbon aktif untuk fase cair biasanya berbentuk serbuk. Karbon aktif untuk fase cair biasanya dibuat dari bahan yang memiliki berat jenis lebih rendah. Karbon aktif ini banyak digunakan sebagai pemurnian larutan dan penghilang rasa dan bau pada zat cair misalnya untuk menghilangkan polutan berbahaya seperti gas amonia dan logam berbahaya pada proses pengolahan air.

2. Karbon aktif untuk fase uap

Karbon aktif untuk fase uap biasanya berbentuk butiran/granular. Fase uap biasanya dibuat dari bahan yang memiliki berat jenis lebih besar. Karbon jenis ini digunakan dalam adsorpsi gas dan uap misalnya adsorpsi emisi gas hasil pembakara bahan bakar pada kendaraan seperti CO dan NOx. Pernyataan mengenai bahan baku yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif untuk masing-masing jenis yang telah disebutkan bukan merupakan keharusan, karena ada karbon aktif untuk fase cair yang dibuat dari bahan yang mempunyai densitas besar. Kemudian dibuat bentuk granular dan digunakan sebagai pemucat larutan gula. Begitu pula dengan karbon aktif yang digunakan untuk fase uap dapat diperoleh dari bahan yang memiliki densitas kecil, seperti serbuk gergaji (Sembiring, 2003).

Raksa/Merkuri

Raksa adalah unsur kimia yang mempunyai nomor atom 80, berat atom 200,61 dan jari-jari atom 1,48 Å. Merupakan satu-satunya unsur logam yang berbentuk cair pada suhu kamar (25 °C) dan sangat mudah menguap. Membeku pada suhu -38,87 °C dan mendidih pada suhu 356,9 °C. Warnanya tergantung pada bentuk fasanya. Fasa cair berwarna putih perak, sedangkan fasa padat berwarna abu-abu. Densitas raksa yaitu 13,55 merupakan densitas yang tertinggi dari semua benda cair. Tegangan permukaannya juga sangat tinggi yaitu 547 dine, dibandingkan dengan air (73 dine) atau alkohol (22 dine). Raksa merupakan unsur yang sangat toksik bagi manusia jika terakumulasi dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama (Durant, P.J. 1960 dalam Irwanto 2014). Dalam bidang kesehatan kerja, dikenal istilah keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut didefinisikan sebagai suatu bentuk keracunan yang terjadi dalam jangka waktu singkat atau sangat singkat. Peristiwa keracunan akut ini dapat terjadi apabila individu atau biota secara tidak sengaja menghirup atau menelan bahan beracun dalam dosis atau jumlah besar. Adapun keracunan kronis didefinisikan dengan terhirup atau tertelannya bahan beracun dalam dosis rendah tetapi dalam jangka waktu yang panjang. Keracunan kronis lebih sering diderita oleh para pekerja di tambang-tambang (Lubis Sari, 2002). Beberapa hal terpenting yang dapat dijadikan patokan terhadap efek yang ditimbulkan oleh merkuri terhadap tubuh, adalah sebagai berikut:

1. Semua senyawa merkuri adalah racun bagi tubuh, apabila berada dalam jumlah yang cukup.
2. Senyawa merkuri yang berbeda, menunjukkan karakteristik yang berbeda pula dalam daya racun, penyebaran, akumulasi dan waktu retensi yang dimilikinya di dalam tubuh.
3. Biotransformasi tertentu yang terjadi dalam suatu tata lingkungan dan atau dalam tubuh organisme hidup yang telah kemasukan merkuri, disebabkan oleh perubahan bentuk atas senyawa - senyawa merkuri dari satu tipe ke tipe lainnya.
4. Pengaruh utama yang ditimbulkan oleh merkuri dalam tubuh adalah menghalangi kerja enzim dan merusak selaput dinding (membran) sel. Keadaan itu disebabkan karena kemampuan merkuri dalam membentuk ikatan kuat dengan gugus yang mengandung belerang, yang terdapat dalam enzim atau dinding sel.

Kerusakan yang diakibatkan oleh logam merkuri dalam tubuh umumnya bersifat permanen. Sampai sekarang belum diketahui cara efektif untuk memperbaiki kerusakan fungsi - fungsi itu. Efek merkuri pada kesehatan terutama berkaitan dengan sistem syaraf, yang memang sangat sensitif pada semua bentuk merkuri. Manifestasi klinis awal intoksikasi merkuri didapatkan gangguan tidur, perubahan mood (perasaan) yang dikenal sebagai "erethism", kesemutan mulai dari daerah sekitar mulut hingga jari dan tangan, pengurangan pendengaran atau penglihatan dan pengurangan daya ingat. Pada intoksikasi berat penderita menunjukkan gejala klinis tremor, gangguan koordinasi, gangguan

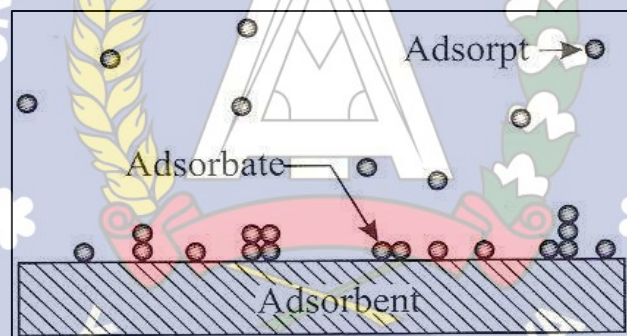
keseimbangan, jalan sempoyongan (*ataxia*) yang menyebabkan orang takut berjalan. Hal ini diakibatkan terjadi kerusakan pada jaringan otak kecil (*serebellum*).

Keracunan pada ibu hamil dapat menyebabkan terjadi mental retardasi pada bayi atau kebodohan, kekakuan (*spastik*), karena zat metil merkuri yang masuk ke dalam tubuh perempuan hamil tersebut tidak hanya mencemari organ tubuhnya sendiri, tetapi juga janin yang dikandungnya melalui tali pusat, oleh karena itu merkuri sangat rentan terhadap ibu hamil, ibu menyusui dan mereka yang menderita gangguan neurologis dan mental organik atau fungsional (Budiono dkk. 2003).

Adsorpsi

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan benda atau zat penyerap. Adsorpsi adalah masuknya bahan yang mengumpul dalam suatu zat padat. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Baik adsorpsi maupun absorpsi sebagai sorpsi terjadi pada tanah liat maupun padatan lainnya, namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi. Molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair, mempunyai gaya tarik ke arah dalam, karena tidak ada gaya-gaya yang mengimbangi. Adanya gaya-gaya ini menyebabkan zat padat dan zat cair, mempunyai gaya adsorpsi. Adsorpsi berbeda dengan absorpsi. Pada absorpsi zat yang diserap masuk ke dalam adsorben sedang pada adsorpsi, zat yang diserap hanya pada permukaan (Mirsa, Restu, 2013).

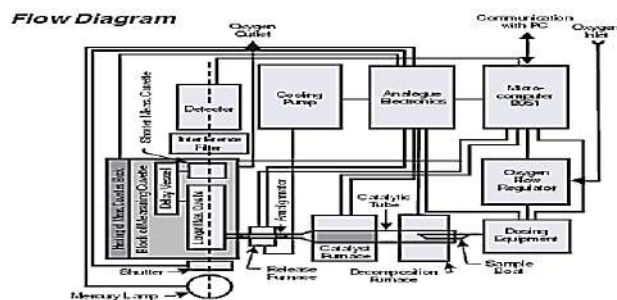
Penelitian yang sudah dilakukan dalam mengadsorpsi Hg (II) dalam bentuk molekul yaitu adsorpsi Hg (II) menggunakan *Cystoseira baccata* yang diaktivasi melalui pemanasan menunjukkan bahwa adsorpsi optimum pada pH 6 dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 1,64 mmol/g (Herero, et al, 2005 dalam Silalahi, dkk, 2012). Pada penelitian Musafira (2015) melaporkan bahwa dengan menggunakan metode batch yang memanfaatkan kulit pisang kepek sebagai adsorben dalam mengadsorpsi merkuri (II) pada pH 5 dan konsentrasi 60 ppm mampu mengadsorpsi ion merkuri (II) sebesar 99,25% dalam waktu 30 menit.



Gambar. 2. Mekanisme Adsorpsi
Sumber: Kusuma Dewi, 2015

Merkury Analyzer

LECO AMA254 Advanced *Mercury Analyzer* merupakan Spektrofotometer Serapan Atom yang dirancang khusus untuk menentukan kandungan total merkuri dalam sampel padatan maupun campuran tanpa melakukan preparasi terlebih dahulu. Alat ini memiliki sensitifitas yang tinggi serta cepat dalam setiap kali pengukuran (Gianti 2013 dalam Candra 2016). Prinsip kerja dari alat ini yaitu sampel dipanaskan yang berfungsi untuk mengubah suatu senyawa merkuri dalam bentuk atomnya atau dinamakan dengan proses atomisasi. Atom tersebut akan ditangkap oleh senyawa katalitik yaitu amalgam sehingga yang tetap ada hanyalah uap merkuri. Analisis dengan instrumen ini dilakukan pada panjang gelombang 253.7 nm. Gas merkuri yang dihasilkan akan dilewatkan pada cell tube yang ditembakkan oleh sinar atau cahaya dari lampu merkuri. Besarnya konsentrasi yang dihasilkan akan sebanding dengan konsentrasi merkuri yang terkandung di dalam sampel (Gianti 2013 dalam Candra 2016).



Gambar. 3. Skema Alat *Mercury Analyzer*
Sumber: Candra, Juwita Boby, 2016

Tahap analisis ini yaitu tahap dekomposisi. Tahap dekomposisi ini wadah sampel atau *boat sample* yang berisi sampel dimasukkan ke dalam tempat pembakaran dan dipanaskan pada suhu 750 °C. Hasil dari proses pembakaran dari proses dekomposisi akan di bawa oleh gas pembawa ke sisi lain dari tabung pembakaran. Bagian dari tabung tersebut akan di tangkap oleh senyawa katalitik tertentu. Tahap selanjutnya yaitu tahap pengangkutan gas terhadap senyawa katalitik yaitu amalgamator untuk tahap koleksi. Tahap koleksi ini amalgamator akan mengumpulkan semua merkuri dalam bentuk uap. Afinitas yang kuat dari merkuri dan suhu secara signifikan akan lebih rendah daripada proses dekomposisi. Amalgamator dipanaskan pada suhu 900 °C sehingga uap merkuri akan dapat terukur pada tahap deteksi. Tahap deteksi semua uap merkuri akan terukur dan akan dihasilkan dalam konsentrasi total merkuri yang akan diukur pada panjang gelombang 253.7 nm. Hasil daripada pengukuran senyawa merkuri dapat berupa luas area (ng) dan konsentrasi total merkuri (ppm).

3. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia USNI dan Laboratorium Fermentasi ITI Serpong Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 – Januari 2020. Untuk analisis hasil uji sampel air setelah diadsorpsi akan dilakukan di Laboratorium Lingkungan Hidup PT. KehatiLab Indonesia, Tangerang Selatan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain adalah: *Mercury Analyzer*, *Furnace*, Oven, Desikator, Timbangan Analitik, Gelas ukur, Erlenmeyer, Gunting, Sarung Tangan, Corong Kaca, pH meter, Cawan porselin, Kaca, Gelas kimia, *Magnetic stirrer*, Spatula, *Stopwatch*, Labu ukur, Batang pengaduk, Mortar dan alu, Ayakan 200 mesh, Pipet tetes, Pipet volume dan Bulp. Adapun bahan yang digunakan Cangkang Telur Ayam Ras/Negeri, Aquadest, NaOH 30%, dan $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Pembuatan Adsorben Cangkang Telur

Cangkang telur terlebih dahulu dibersihkan dari kotorannya dan dipisahkan dari membran yang ada didalam cangkang telur, kemudian cangkang telur ayam kemudian direndam dengan air panas selama 15 menit kemudian dijemur hingga kering dan dihaluskan (Hajar, et al., 2016) kemudian didehidrasi dalam oven untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dengan suhu 110 °C selama 2 jam dan disisihkan sebanyak 60 gram adsorben cangkang telur untuk digunakan dalam uji daya jerap logam berat merkuri (Hg^{2+}) dalam larutan yang mengandung merkuri (Hg^{2+}) yang konsentrasinya 0,01 ppm.



Gambar. 4. Pembuatan Adsorben Cangkang Telur

Pembuatan Adsorben Karbon Aktif

Cangkang telur dimasukan ke dalam cawan porselin dan dipanaskan didalam *furnace* selama 120 menit dengan suhu 600 °C hingga didapatkan arang. Arang kemudian ditampung ke dalam wadah untuk diaktivasi dan ditambahkan sejumlah larutan aktivasi NaOH 30% sampai arang terendam diamkan selama 24 jam. Arang yang telah direndam selanjutnya disaring menggunakan kertas saring Whatman 42. Arang aktif yang diperoleh kemudian dicuci dengan aquadest hingga mencapai pH netral. Selanjutnya arang aktif dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 110 °C, kemudian dimasukan ke desikator Selanjutnya arang di haluskan menggunakan mortar dan diayak sebesar 200 mesh.



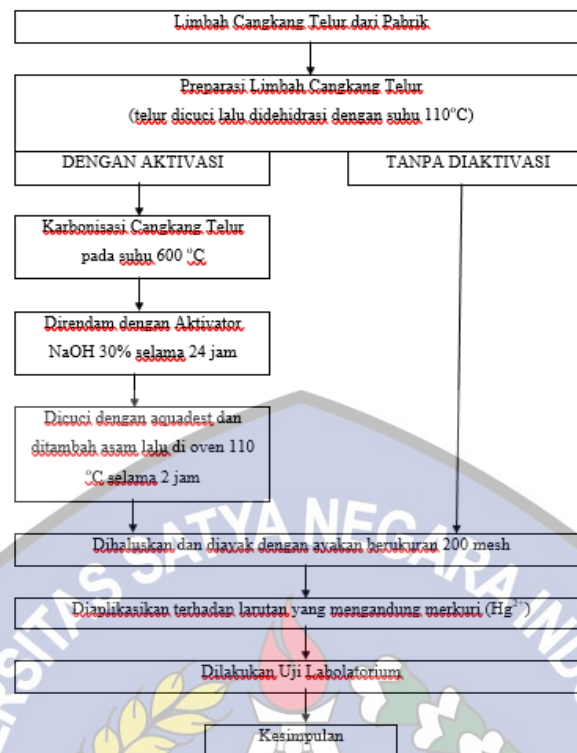
Gambar. 5. Pembuatan Adsorben Cangkang Telur Aktivasi

Penentuan Efektivitas Penurunan Ion Hg^{2+} dalam Larutan

Perhitungan efektivitas daya jerap adsorben sebagai berikut:

$$\frac{\text{Nilai Terukur Sebelum Proses} - \text{Nilai Terukur Setelah Proses}}{\text{Nilai Terukur Sebelum Proses}} \times 100\%$$

Desain Penelitian



Gambar 6. Alur Kegiatan Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Adsorben Cangkang Telur

Pembuatan adsorben yang berasal dari cangkang telur dengan tujuan untuk memanfaatkan limbah cangkang telur. Limbah cangkang telur dari hasil produksi pembuatan mie di salah satu pabrik bakmie dimanfaatkan kembali dengan menjadikan limbah cangkang telur tersebut menjadi adsorben. Adsorben pertama berupa cangkang telur yang didehidrasi dan adsorben kedua berupa cangkang telur yang di aktivasi dengan NaOH yang kemudian adsorben tersebut dimasukkan ke dalam larutan standar merkuri diaduk selama waktu kontak 60 menit dan waktu kontak 120 menit.



Gambar 7. Konsentrasi NO_2 Non-CFD

Analisis Data

Perhitungan Efektivitas penjerapan merkuri dengan menggunakan rumus yang tertera pada Metode Penelitian “Penentuan Efektivitas Penurunan Ion Hg^{2+} dalam Larutan”

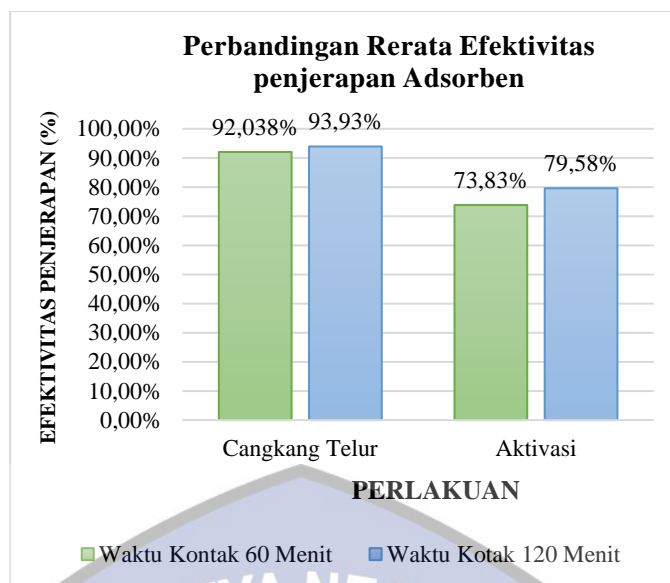
Tabel 1. Hasil Uji Dari Pengaruh Penambahan Adsorben Terhadap Larutan Merkuri (Hg^{2+}) Waktu Kontak 60 Menit

Perlakuan	Berat Adsorben (gram)	Konsentrasi Merkuri (ppm) Sebelum diadsorpsi	Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Merkuri (ppm) Setelah diadsorpsi	Pengurangan Konsentrasi Merkuri (ppm)	Efektivitas (%)
Cangkang Telur	2	0,01074	60	0,001	0,00974	90,689
	2	0,010	60	0,0008	0,0094	92,157
	2	0,010	60	0,0007	0,0097	93,269
Rata-Rata						92,038
Aktivasi	2	0,01074	60	0,0027	0,00804	74,860
	2	0,010	60	0,0026	0,0076	74,510
	2	0,010	60	0,0029	0,0075	72,115
Rata-Rata						73.829

Tabel 2. Hasil Uji Dari Pengaruh Penambahan Adsorben Terhadap Larutan Merkuri (Hg^{2+}) Waktu Kontak 120 Menit

Perlakuan	Berat Adsorben (gram)	Konsentrasi Merkuri (ppm) Sebelum diadsorpsi	Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Merkuri (ppm) Setelah diadsorpsi	Pengurangan Konsentrasi Merkuri (ppm)	Efektivitas (%)
Cangkang Telur	2	0,01074	120	0,0007	0,01004	93,482
	2	0,010	120	0,0008	0,0094	92,157
	2	0,010	120	0,0004	0,01	96,154
Rata-Rata						93,931
Aktivasi	2	0,01074	120	0,0021	0,00864	80,447
	2	0,010	120	0,0019	0,0083	81,373
	2	0,010	120	0,0024	0,008	76,923
Rata-Rata						79,581

Dari Tabel 1 didapat bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan 2 metode perlakuan yaitu: penambahan adsorben Cangkang Telur dan dengan penambahan adsorben yang diaktivasi dengan aktivator NaOH 30%. Dimana masing-masing sampel yang diuji diberi penambahan sebanyak 2 gram adsorben kemudian diaduk dengan waktu kontak selama 60 menit dan didapat penurunan konsentrasi merkuri pada masing-masing sampel yang diuji. Pada perlakuan dengan metode tanpa aktivasi cangkang telur memiliki nilai rata-rata efektivitas penjerapan ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 92,038% sedangkan dengan metode aktivasi cangkang telur memiliki nilai rata-rata efektivitas penjerapan ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 73,829% sehingga proses adsorpsi lebih efektif pada cangkang telur tanpa diaktivasi. Adapun waktu kontak selama 120 menit (Tabel 2) didapat penurunan konsentrasi merkuri pada masing-masing sampel yang diuji. Didapatkan bahwa perlakuan dengan penambahan adsorben cangkang telur lebih efektif daripada adsorben yang diaktivasi dengan aktivator NaOH 30%. Adsorben Cangkang Telur memiliki tingkat efektivitas dalam menjerap merkuri (Hg^{2+}) sebesar 96,154%, sedangkan pada adsorben yang diaktivasi dengan NaOH 30% memiliki tingkat efektivitas teringgi sebesar 81,373%.



Gambar 8. Grafik Efektivitas Adsorben Cangkang Telur

Bahwa adsorben Cangkang Telur memiliki tingkat kemampuan daya jera lebih tinggi dibandingkan dengan Cangkang Telur yang diaktivasi baik dengan kontak waktu selama 60 menit maupun 120 menit. Pada waktu kontak selama 120 menit perlakuan dengan adsorben cangkang telur memiliki nilai rata-rata efektivitas penjerapan ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 93,931% sedangkan dengan metode cangkang telur yang diaktivasi memiliki nilai rata-rata efektivitas penjerapan ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 79,583%.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Irwanto, 2014 yang berjudul Studi Pemanfaatan Kalsium Karbonat ($CaCO_3$) Dari Serbuk Cangkang Telur Sebagai Adsorben Terhadap Ion Raksa (Hg^{2+}) mendapatkan bahwa cangkang telur yang dipanaskan dengan suhu $500\text{ }^{\circ}C$ selama 2 jam menunjukkan efektivitas daya jerap sebesar 95,79% dengan spesifikasi penelitian menggunakan konsentrasi ion Hg^{2+} sebanyak 5 mg/L bervolume 100 mL sehingga apabila dibandingkan dengan adsorben cangkang telur penjerapannya lebih tinggi dengan pembakaran $500\text{ }^{\circ}C$.

Pada penelitian Singh dan Mehta (2012), dengan menggunakan Differential Thermal Analysis/Thermogravimetric Analysis (DTA/TGA) untuk mengetahui dekomposisi termal dari cangkang telur pada suhu $450\text{ }^{\circ}C - 625\text{ }^{\circ}C$ dan suhu $650\text{ }^{\circ}C - 1000\text{ }^{\circ}C$ menunjukkan bahwa pada rentang suhu $450\text{ }^{\circ}C - 625\text{ }^{\circ}C$ akan diperoleh senyawa $CaCO_3$ dengan suhu maksimum $650\text{ }^{\circ}C$, sedangkan pada rentang suhu $650\text{ }^{\circ}C - 1000\text{ }^{\circ}C$ senyawa $CaCO_3$ akan terdekomposisi menjadi CaO dengan suhu maksimum $850\text{ }^{\circ}C$.

Oleh karena itu penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan suhu $600\text{ }^{\circ}C$ untuk mengetahui tingkat daya jerap dari arang aktif tersebut. Sehingga didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan bahwa arang aktif dari cangkang telur dengan suhu $600\text{ }^{\circ}C$ kurang efektif apabila dibandingkan dengan pemanasan $500\text{ }^{\circ}C$ sebagaimana penelitian Irwanto, 2014. Hal tersebut dikarenakan adanya $CaCO_3$ (unsur penyusun utama cangkang telur) banyak terdekomposisi menjadi CaO pada suhu $600\text{ }^{\circ}C$ sehingga lebih banyak pori-pori dari karbon aktif dari cangkang telur yang rusak selain itu pula keterbatasan alat dengan *furnance* manual keakuratan suhu bisa melebihi $600\text{ }^{\circ}C \pm 10\text{ }^{\circ}C$ sehingga daya jerap dari cangkang telur yang diaktivasi menjadi berkurang dibandingkan dengan adsorben cangkang telur.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Cangkang Telur dapat digunakan sebagai adsorben cangkang telur maupun dijadikan sebagai karbon aktif untuk menjerap ion merkuri (Hg^{2+}). Adsorben Cangkang Telur mampu menjerap ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 92,038% pada kontak waktu selama 60 menit dan menejerap ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 93,93% pada kontak waktu selama 120 menit, sedangkan untuk cangkang telur yang diaktivasi mampu menjerap ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 73,83% pada

kontak waktu selama 60 menit dan menyerap ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 79,58% pada kontak waktu selama 120 menit.

2. Efektivitas penyerapan ion merkuri (Hg^{2+}) dengan adsorben Cangkang Telur dengan waktu kontak selama 120 menit. lebih efektif dibandingkan dengan cangkang telur yang diaktivasi dengan pemanasan 600 °C dan perendaman NaOH 30% .

Saran

Pada penelitian ini adsorben cangkang telur hanya digunakan sebagai penyerap ion Hg^{2+} , sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan penggunaan adsorben cangkang telur sebagai penyerap campuran ion logam atau sebagai adsorben senyawa organik dalam larutan. Hal ini dikarenakan pada kenyataannya air limbah pada berbagai proses industri terdiri dari campuran ion logam dan senyawa organik lainnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Budiono, Sugeng, Jusuf, RMS, Pusparini, Andriana. Bunga rampai. Hiperkes dan KK. Hiegene perusahaan, ergonomic, kesehatan kerja, keselamatan kerja. Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang. 2003. Edward. Pengamatan kadar merkuri di perairan teluk Kao (Halmahera) dan perairan Anggai (Pulau Obi). UPT Loka Konservasi Biota Laut Tual, LIPI. Maluku Tenggara. Indonesia. 2008.
- Candra, Juwita Bobby. 2016. Verifikasi Penentuan Kadar Merkuri Dalam Crude Oil Menggunakan Mercury Analyzer Dengan Metode Astm D 6722-01.[Tugas Akhir]. Program Diploma. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI-Press.
- Hajar, E. W. I., Sitorus, R. S., Mulianingias, N., Welan, F. J. (2016). Efektifitas Adsorpsi Logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Konversi*, 5 (1), 1-7.
- Herwanto, B., & Eko, S. (2006). Adsorpsi ion logam Pb (II) pada membran selulosa-khitosan terikat silang. *Jurnal Akta Kimia Indonesia*, 2(1), 9-24
- Irwanto, 2014. Studi Pemanfaatan Kalsium Karbonat (CaCO_3) Dari Serbuk Cangkang Telur Sebagai Adsorben Terhadap Ion Raksa (Hg^{2+}) [SKRIPSI]. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Kata Data.co.id. 2018. Konsumsi Telur Ayam Ras Diprediksi Mencapai 1,72 Juta Ton Pada 2021 dalam (<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/07/27/konsumsi-telur-ayam-ras-diprediksi-mencapai-172-juta-ton-pada-2021>) diakses tanggal 27 September 2019.
- Kurtini, T., K. Nova., dan D. Septinova. 2011. Produksi Ternak Unggas. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Kusuma, Dewi, 2015. Pengertian Adsorpsi Beserta Contoh dan Fktor yang mempengaruhi. *Teorikimia*.
- Lubis Sari, Halida. Toksisitas Merkuri dan Penanganannya. *USU digitalized Library*. 2002.
- Musafira, Mirzan M., Pratiwi W. 2015. Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* *Formatypica*) sebagai biosorben logam merkuri (Hg). *Online Journal of Natural Science*. 4(2): 19-27.
- Nyoman, W. P. I. (2012). Adsorpsi Logam Berat Pada Limbah Industri Elektroplating Menggunakan Kulit Telur. Skripsi Pogram Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Unversitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim: tidak diterbitkan.
- Reri, A., Yommi, D., & Rafiola, F. (2012). Studi penentuan kondisi optimum fly ash sebagai adsorben dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb). *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, 9(1), 37-43.
- Satriani, dkk. 2016. Serbuk Dari Limbah Cangkang Telur Ayam Ras Sebagai Adsorben Terhadap Logam Timbal (Pb). *J. Akademika Kim*. 5(3): 103-108. Universitas Tadulako, Palu
- Sembiring, M.T. dan T.S. Sinaga. 2003. Arang Aktif Pengenalan dan Proses Pembuatannya. *Jurnal Kimia Digitized by digital library*. Medan. pp. 2-9.
- Silalahi, Imelda H., dkk. 2012. Kapasitas Adsorpsi Merkuri Menggunakan Adsorben *Sargassum crassifolium* Teraktivasi. *Biopropal Industri* Vol. 3 No. 1 Juni 2012. Universitas Tanjungpura, Pontianak

- Stadelman, W.j. and O. J. Cotteril.1973. *Egg Science and Technology*.The AVI Publishing, Inc. Westpost. Connecticut.
- Sumarni dan Nan Djuarnani. 1995.Diktat Penanganan Pasca Panen Unggas. Departemen Pertanian. Balai Latihan Pertanian, Ternak. Ciawi Bogor.
- Widyantara, dkk. 2017. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Telur Konsumsi Ayam Kampung Dan Ayam Lohman Brown. Universitas Udayana, Denpasar Bali.

