



# JURNAL TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PENGELOLAAN LABORATORIUM



Published by  
**UNIVERSITAS ANDALAS**

## “PEMANFAATAN LIMBAH PADAT CANGKANG KERANG SIMPING (*Placuna placenta* Linnaeus) UNTUK PENURUNAN KADAR FOSFAT, NITRAT DAN AMMONIA PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM”

Fitriyani<sup>1\*</sup>, Heryana Umrah<sup>1</sup>, Khusnul Yaqin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan FIKP Universitas Hassanudin

<sup>2</sup>Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, FIKP Universitas Hasanuddin  
Laboratorium Nutrisidan Teknologi Manajemen Pakan FIKP Universitas Hasanuddin

\*) Email: [fitriyani\\_fikp\\_uh@yahoo.com](mailto:fitriyani_fikp_uh@yahoo.com)

### Abstrak

Polutan yang terkandung dalam konsentrasi melebihi standar baru pada limbah cair laboratorium adalah fosfat, nitrat dan ammonia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas cangkang kerang simping (*Placuna placenta linnaeus*) sebagai adsorben pada polutan tersebut di limbah cair laboratorium. Cangkang kerang simping yang digunakan dalam penelitian ini telah diubah menjadi tepung/bubuk dengan ukuran partikel 60 mesh dan telah diaktivasi pada suhu 800°C selama 4 jam. Variasi perlakuan penambahan tepung cangkang kerang simping masing-masing sebanyak 10 gr, 25 g dan 50 g dengan waktu kontak selama 1 jam dan tiga kali ulangan. Analisis sampel dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis. Hasil analisis uji ANOVA menunjukkan bahwa efektivitas adsorben cangkang kerang simping mengabsorpsi limbah fosfat tidak berbeda secara nyata ( $pvalue > 0.05$ ) terhadap perlakuan variasi adsorben. Nilai efisiensi penyerapan perlakuan berat adsorben cangkang kerang simping terhadap kadar fosfat pada limbah laboratorium yaitu 97.60%, sedangkan untuk limbah nitrat efisiensi penyerapannya 37.27%. Pada perbedaan dosis adsorben yang ditambahkan menunjukkan perlakuan 10 g berbeda ( $p\ value\ 0.0454 < 0.05$ ) dengan perlakuan 25 g tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan 50 g ( $p\ vaue\ 0.999 > 0.05$ ). Sedangkan untuk limbah amoniak tidak ada proses adsorpsi setelah penambahan adsorben cangkang kerang simping. Hasil menunjukkan bahwa limbah cangkang simping berpotensi sebagai adsorben pada limbah laboratorium untuk menurunkan kadar fosfat dan nitrat.

**Kata Kunci :** Adsorben, bioremediasi, kerang simping, limbah cair laboratorium.

### Abstract

The pollutants contained in laboratory wastewater are phosphate, nitrate and ammonium . This study aims to determine the effectiveness of scallop shells (*Placuna placenta linnaeus*) as an adsorbent for the mentioned pollutants in laboratory wastewater. The scallop shells used in this study were converted into flour/powder with a particle size of 60 mesh and activated at 800°C for 4 hours. Variations in the treatment of adding 10 g, 25 g and 50 g of scallop flour each with a contact time of 1 hour and three replications. Sample analysis was performed using the UV-Vis Spectrophotometer method. The results of the ANOVA test analysis showed that the effectiveness of the scallop shell adsorbent in absorbing phosphate waste was not significantly different ( $pvalue > 0.05$ ) to the various treatments of the adsorbent. The absorption efficiency value of scallop shell adsorbent for heavy treatment on phosphate levels in laboratory waste was 97.60%, while for nitrate waste the absorption efficiency was 37.27%. The different doses of the adsorbent added showed a different 10 g treatment ( $p\ value\ 0.0454 < 0.05$ ) from the 25 g treatment but not significantly different from the 50 g treatment ( $p\ vaue\ 0.999 > 0.05$ ). Whereas for ammonia waste there was no adsorption process after adding scallop shell adsorbent. The results showed that scallop shell waste has the potential as an adsorbent in laboratory waste to reduce phosphate and nitrate levels.

**Keywords :** Adsorbent, bioremediation, laboratory wastewater, simping scallop.

Received 09 Nov 2021; Revised 27 September 2023; Accepted 30 September 2023

## I. Pendahuluan

Laboratorium merupakan salah satu tempat yang menghasilkan buangan limbah yang dapat berupa limbah cair, padat maupun gas. Kuantitas dan frekuensi limbah laboratorium selama ini memang termasuk kecil, namun kandungan bahan pencemar yang dihasilkan termasuk bervariasi dan bahkan dapat mengandung bahan buangan yang berbahaya (Sulistiyanti, Antoniker, and Nasrokhah 2018). Limbah padat yang dihasilkan dari aktivitas laboratorium kimia umumnya relatif kecil, biasanya hanya berupa endapan atau kertas saring terpakai. Demikian pula limbah yang berupa gas umumnya dalam jumlah kecil, sehingga relatif masih aman untuk dibuang langsung di udara. Tetapi berbeda dengan limbah cair, yang mengandung berbagai senyawa berbahaya yang jika dibuang langsung dapat membahayakan lingkungan sekitar (Puari 2020).

Limbah laboratorium cair sebagian besar merupakan bahan berbahaya dan beracun (B3) yang bersumber dari kegiatan praktikum, eksperimen, dan penelitian. Limbah dapat berupa bahan sisa (limbah) suatu kegiatan proses produksi yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) karena sifat yang beracun, mudah terbakar, reaktifitas, dan korosif. serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan, atau membahayakan kesehatan manusia (Akhmad Anugerah S and Iriany 2015). Dampak dari limbah cair yang mengandung bahan berbahaya dan beracun harus diturunkan kadarnya dengan sistem pengolahan limbah yang baik dan sesuai dengan peruntukan. Terutama limbah yang dihasilkan dari laboratorium universitas yang biasanya tidak terlalu diperhatikan buangan limbahnya. Padahal dampak buruk yang dihasilkan dari manajemen limbah yang tidak sesuai akan berdampak besar terhadap lingkungan universitas. Di Universitas Hasanuddin (UNHAS), laboratorium belum memiliki manajemen limbah yang terintegrasi dan terorganisir. Sementara lokasi kampus sangat erat kaitannya dengan aktivitas akademik maupun masyarakat sekitar. Tentunya upaya menurunkan kadar polutan pada hasil buangan dari masing-masing laboratorium harus mulai dilakukan, sehingga limbah yang telah diolah sebelum dibuang dapat mengurangi timbulnya dampak lingkungan.

Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan umumnya menghasilkan banyak limbah dari kegiatan praktikum dan kegiatan penelitian yang

berhubungan dengan ekosistem perairan dan biota laut. Cangkang kerang simping merupakan salah satu limbah banyak terdapat di laboratorium sebagai sisa obyek penelitian mahasiswa. Senyawa kimia yang terkandung dalam cangkang kerang adalah kitin, kalsium karbonat, kalsium hidroksiapatit dan kalsium fosfat (Paus, Hutapea, and Rachmawani 2019). Cangkang kerang juga memiliki kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang secara fisik mempunyai pori-pori yang memungkinkan memiliki kemampuan mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain ke dalam pori-pori permukaannya. Cangkang kerang simping mengandung mineral kalsium yang cukup banyak, sehingga berpotensi digunakan sebagai adsorben. Senyawa yang terkandung dalam cangkang kerang mampu mengikat air pada etanol karena bersifat sebagai dehidrator sehingga cocok digunakan sebagai adsorben (Paus et al. 2019; Zein et al. 2020).

Kadar kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) limbah cangkang kerang simping yang berkisar 30-40%. Kandungan kalsium yang tinggi dari cangkang kerang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan adsorpsi limbah laboratorium dan telah terbukti memiliki efektivitas dalam penyerapan logam di perairan (Agustini et al. 2011). Proses adsorpsi dalam pengelolaan limbah telah banyak digunakan karena mempunyai beberapa keuntungan yaitu lebih ekonomis dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik dari limbah tersebut (Setyawan, Darjito, and Khunur 2013).

Berdasarkan kegiatan yang dilakukan laboratorium UNHAS, ammonia, nitrat dan fosfat mendominasi di kandungan polutan limbah cair laboratorium. Konsentrasi ammonia, nitrat dan fosfat telah diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 sesuai baku mutu air yang diperuntukkan untuk 4 kategori. Apabila konsentrasi polutan target di perairan telah melebihi baku mutu yang telah ditentukan, maka dipastikan akan mengakibatkan menurunnya kualitas perairan dan akan berdampak negatif bagi biota yang ada di perairan tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, sehingga Penelitian tentang adsorpsi kerang terhadap limbah laboratorium penting untuk dilakukan. Langkah awal untuk usaha pengendalian limbah laboratorium dalam lingkup universitas. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efisiensi penambahan serbuk cangkang kerang simping terhadap limbah laboratorium khususnya limbah fosfat, nitrat dan

amoniak sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan konsentrasi limbah sebagai upaya pengendalian limbah laboratorium.

## II. Metodologi Penelitian

### 2.1 Alat dan Bahan

- Alat

Adapun Alat-alat yang digunakan dalam pengembangan profesi ini adalah bak-bak penampungan limbah, baskom, alat-alat gelas yang umum digunakan yaitu pipet skala, buret, gelas ukur, statif buret, labu Erlenmeyer (Pyrex), gelas piala (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), corong, tabung reaksi, desikator, ayakan ukuran 60 mesh, timbangan digital (Ohaus), oven (GFL, 7106), *hot plate* dan *stirrer* (IKAMAG, RCT), pH meter (Autech), penyaring Buchner, *filtering flask*, pompa vakum (Ashcroft, 723-31), serta Spektrofotometer UV-Vis Genesis 150.

- Bahan

Sampel limbah adalah limbah dari sisa hasil penelitian di laboratorium. Selain itu, bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk cangkang kerang simping, kertas saring Whatman No. 41 dan 42, bahan kimia merek Merck diantaranya indikator brucine, asam sulfat pekat ( $H_2SO_4$ ), asam klorida (HCl) pekat, natrium nitrat ( $NaNO_3$ ), kalium dihydrogen phosphate ( $KH_2PO_4$ ), Ammonium Molybdate;  $(NH_4)_8Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ , indikator PP, asam sulfat 2,5 M, asam askorbat 1 %, larutan fenol, larutan natrium nitro prusside, larutan hipoklorit 5%, natrium sitrat, natrium hidroksida dan akuades.

### 2.2 Preparasi Sampel

Cangkang kerang simping direndam dan dibersihkan dengan menggunakan air mengalir kemudian dikeringkan dalam oven (GFL, 7106) pada suhu  $105^\circ C$  selama 1 jam. dipotong-potong atau dipecah dengan ukuran kurang lebih 3–5cm, selanjutnya dihaluskan menggunakan blender atau di miling dan diayak menggunakan sieve net ukuran 60 mesh.

### 2.3 Aktivasi serbuk cangkang kerang simping

Cangkang kerang simping yang telah dihaluskan diaktivasi dengan menggunakan furnace pada suhu  $800^\circ C$  sampai selama 4 jam. Abu didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Adsorben pada aktivasi  $800^\circ C$  memiliki karakteristik berwarna silver mengkilap dan luas permukaan yang sangat rapuh dan halus. Proses

Kalsinasi pada cangkang kerang simping adalah proses memperbesar ukuran dan distribusi pori dan suhu proses dilakukan pada suhu  $800 - 1200^\circ C$ , pada variasi suhu ini telah terjadi proses kalsinasi, hal ini terlihat dari tidak adanya lagi warna kehitaman pada adsorben akibat pemanasan

### 2.4 Efektivitas Adsorpsi Abu cangkang kerang simping sebagai adsorben terhadap limbah cair

Abu cangkang kerang simping masing-masing di masukan kedalam gelas beker (Pyrex) sebanyak 10 gram, 25 gram dan 50 gram yang telah berisi air limbah pengujian nitrat, amoniak dan fosfat yang telah diketahui kadar awal dari masing-masing air limbah, diaduk menggunakan magnetik stirrer (IKAMAG, RCT) selama 1 jam. Setelah itu air limbah disaring menggunakan kertas whatman No. 41 yang selanjutnya diukur kembali kadar nitrat, amoniak dan fosfat untuk mengetahui efektivitas adsorpsi abu cangkang kerang simping yang dikontakkan. Pengujian dilakukan tiga kali ulangan.

### 2.5 Pengukuran Konsentrasi Limbah Laboratorium Metode Spektrofotometer UV-Vis

#### Uji Fosfat

Penentuan kadar fosfat dilakukan dengan metode spektrofotometer UV-Vis secara asam askorbat (SNI 06-6989.31-2005). Prinsip dari metode ini didasarkan pada pembentukan senyawa kompleks fosfomolibdat yang berwarna biru. Kompleks tersebut selanjutnya direduksi dengan asam askorbat membentuk warna biru kompleks molibdenum. Intensitas warna yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi fosfat. Warna biru yang timbul diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 650 nm.

Adapun prosedur pengujian fosfat dengan mengambil 50 ml air limbah dimasukkan kedalam erlenmeyer yang telah disaring dengan kertas saring Whatman no. 42 atau yang setara. Kemudian ditambahkan 1 tetes indikator *phenolphthalein* (PP). Jika warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes  $H_2SO_4$  5 N sampai warna hilang. Kemudian ditambahkan 8 ml larutan campuran pengoksid fosfat dan dihomogenkan. Sampel uji dimasukkan kedalam kuvet pada alat spektrofotometer pada panjang gelombang 650 dalam kisaran waktu 10 menit

sampai 30 menit. Perlakuan yang sama untuk larutan blanko dengan menggunakan akuades. Untuk menghitung konsentrasi fosfat terlebih dahulu membuat standar Fosfat dengan konsentrasi sebagai berikut: 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 2,5 dan 5 ppm. Mengukur nilai absorban air sampel limbah, blanko dan standar dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 650 nm.

#### Uji Nitrat

Penentuan kadar nitrat dilakukan dengan metode spektrofotometer UV-Vis (SNI 06-2480-1991) dengan menggunakan metode Brucine dengan panjang gelombang 410 nm. Reaksi Brucine dengan nitrat membentuk senyawa yang berwarna kuning. Kecepatan reaksi ini sangat dipengaruhi oleh tingkat panas larutan. Pemanasan larutan dilakukan dengan penambahan asam sulfat pekat. Prosedur pengujian nitrat dengan mengambil 5 ml air limbah yang telah disaring dengan kertas saring Whatman no. 42 atau yang setara. Dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,5 ml Brucine dan dihomogenkan selama 2-4 menit.

Sebanyak 5 ml asam sulfat pekat kemudian ditambahkan dan dibiarkan sampai dingin. Larutan blanko terdiri dari 5,0 ml akuades, sedangkan larutan standar nitrat dengan konsentrasi sebagai berikut : 0,025; 0,05; 0,1; 0,25; 0,0,5; 0,75; 1,0 ppm. Pengukuran nilai absorban air sampel limbah, blanko dan standar dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

#### Uji Amoniak

Penentuan kadar amonia dilakukan dengan metode spektrofotometer secara fenat (SNI 06-6989.30-2005). Warna biru yang terbentuk diukur absorbansinya pada panjang gelombang 560 nm. Mengukur nilai absorban air sampel limbah, blanko dan standar dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

Prosedur pengujian amoniak dengan mengambil 25 ml air limbah yang telah disaring dengan kertas saring Whatman no. 42 atau yang setara (jangan menggunakan pompa vakum) . Ditambahkan 1 ml larutan fenol , 1 ml natrium nitroprusside dan 2.5 ml larutan pengoksid amoniak kemudian dihomogenkan. Dibiarkan 1

jam untuk pembentukan warna . Membuat larutan blanko dari 25 ml akuades dan larutan standar amoniak dengan konsentrasi sebagai berikut : 0,025; 0,05; 0,1; 0,25; 0,0,5; 0,75; 1,0 ppm. Mengukur nilai absorban air sampel limbah, blanko dan standar dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 650 nm. Untuk menentukan konsentrasi amoniak dengan menggunakan grafik atau persamaan regresi ( $Y = A + B.x$ ) dari larutan standar. Sumbu x sebagai konsentrasi (ppm) sampel uji dan sumbu Y sebagai nilai '*absorbance*' (A) atau '*transmittance*' (T). Nilai A atau T air sampel uji diplotkan pada grafik atau disubstitusikan dalam persamaan regresi, sehingga diperoleh konsentrasi fosfat, nitrat, amoniak.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Identifikasi konsentrasi polutan pada limbah cair laboratorium

Berdasarkan hasil analysis menggunakan spektrofotometer UV-Vis konsentarsi fosfat, nitrat dan amoniak awal pada air limbah laboratorium dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengukuran awal limbah cair laboratorium.

Polutan	Konsentrasi (ppm)
Phosphat	44.56
Nitrat	14.27
Ammonia	0.043

Pada tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi limbah fosphat dan nitrat jauh lebih tinggi dibanding kadar ammonia. Merujuk kepada peraturan KLHK, maka kadar fosphat dan nitrat tergolong kepada kategori kadar polutan limbah yang melebihi standar baku mutu air.

Konsentrasi fosfat 44,56 ppm sangat tinggi dari standar baku mutu air limbah yang dipersyaratkan yaitu 0.2 sampai 5 ppm sesuai peruntukannya dari 4 kategori air pada PP No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengelolaan pencemaran air sehingga sangat perlu untuk dikelola sebelum dibuang dibadan air karena dapat mencemari dan dapat merusak lingkungan sekitar. Sedangkan kadar nitrat dalam air limbah laboratorium rata-rata 14.27 ppm masih masuk dalam batas toleransi baku mutu air limbah tetapi tetap harus dikelola untuk menghilangkan atau menurunkan konsentrasinya terlebih dahulu.

Konsentrasi limbah amoniak adalah yang paling rendah di antara ketiga parameter uji yaitu hanya berkisar 0.043 ppm dan masih memenuhi baku mutu air limbah ataupun di PP No. 82 Tahun 2001.

### 3.2 Adsorpsi polutan oleh cangkang kerang simping

Proses adsorpsi pada limbah laboratorium untuk ketiga polutan target, fosfat, nitrat dan ammonia dilakukan dengan variasi dosis adsorben. Adsorben yang diberikan divariasikan pada dosis 10, 20 dan 50 g. Adapun konsentrasi akhir polutan di limbah cair setelah penyerapan ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi akhir fosfat, nitrat dan ammonia setelah proses adsorpsi dengan variasi dosis.

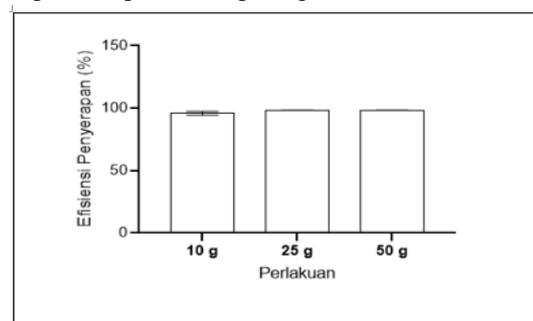
Dosis Adsorben (g)	Fosfat (ppm)	Nitrat (ppm)	Ammonia (ppm)
10	1.845	11.76	0.176
20	0.695	8.642	0.092
50	0.687	8.380	0.259

Terlihat pada tabel 2, bahwa konsentrasi fosfat menurun drastis setelah proses penyerapan, dibandingkan dengan besaran penurunan konsentrasi pada nitrat dan ammonia. Pada konsentrasi fosfat dan nitrat, semakin tinggi dosis adsorben yang ditambahkan ke dalam limbah laboratorium, maka semakin rendah konsentrasi akhir polutan di limbah. Terlihat bahwa penambahan adsorben 20 g memberikan konsentrasi akhir yang lebih rendah dibandingkan dengan 10 g, namun penambahan 50 g tidak memberikan penurunan yang sampai 10% dibandingkan dengan konsentrasi saat diberikan 20 g. Persentasi penurunan ditampilkan pada tabel 3. Akan tetapi hal tersebut tidak terjadi pada konsentrasi ammonia. Terlihat pada tabel 3 bahwa efisiensi penyerapan ammonia 0%.

Jenis Limbah	Berat serbuk Cangkang Kerang Simpung	Nilai rata-rata	Standar Deviasi	N
Fosfat	10 gram	95.86	1.574	3
	25 gram	98.47	0.058	3
	50 gram	97.46	0.072	3
	<b>Total</b>	<b>97.6</b>	<b>1.523</b>	<b>9</b>
Nitrat	10 gram	20.93	11.252	3
	25 gram	47.21	10.519	3
	50 gram	43.65	6.105	3

	<b>Total</b>	37.27	0.000	9
Amonia	10 gram	0.000	0.000	3
	25 gram	0.000	0.000	3
	50 gram	0.000	0.000	3
	<b>Total</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>9</b>
Total	10 gram	38.93	44.017	9
	25 gram	48.56	42.975	9
	50 gram	47.37	42.834	9
	<b>Total</b>	<b>44.95</b>	<b>41.810</b>	<b>27</b>

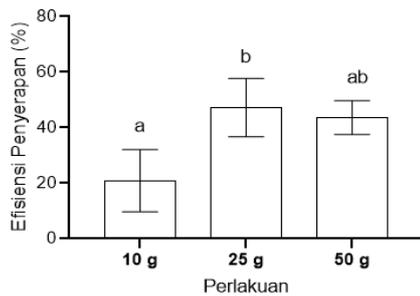
Hasil uji ANOVA non parametrik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata perlakuan penambahan adsorben cangkang kerang simping 10 gram, 25 gram dan 50 gram terhadap limbah phosphate. Dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Efisiensi adsorpsi rata-rata adsorben cangkang kerang simping terhadap limbah phosphate

Efisiensi adsorpsi serbuk cangkang terhadap limbah nitrat rata-rata 37.27% terlihat pada tabel 5. Adsorpsi tertinggi terlihat pada perlakuan penambahan 50 gram serbuk cangkang kerang simping yaitu 43,66%. Sedangkan pada perlakuan penambahan 25 gram serbuk cangkang kerang simping adsorpsi limbah nitrat rata-rata 41,90% dan pada perlakuan penambahan 10 gram serbuk cangkang kerang simping hanya berkisar rata-rata 20.93% limbah nitrat yang bisa diserap.

Data berdistribusi normal dan homogen. Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan ANOVA parametrik. Hasilnya menunjukkan ada perbedaan penambahan 10 gram adsorben cangkang kerang simping ( $p \text{ vaue } 0.0454 < 0.05$ ) dengan perlakuan 25 gram tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan 50 gram ( $p \text{ vaue } 0.999 > 0.05$ ) terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Efisiensi Adsorpsi rata-rata adsorben cangkang kerang simping terhadap limbah nitrat

#### IV. KESIMPULAN

Serbuk cangkang kerang simping efektif mengadsorpsi limbah cair laboratorium yaitu limbah fosfat dan limbah nitrat. Sedangkan untuk limbah amoniak cukup dengan proses pengenceran karena konsentrasi limbah amoniak masih dibawah standar baku mutu air limbah yang dipersyaratkan.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Agustini, Tri Winarni, S. E. Ratnawati, Banbang A. Wibowo, and Johannes Hutabarat. 2011. "PEMANFAATAN CANGKANG KERANG SIMPING (Amusium Pleuronectes) SEBAGAI SUMBER KALSIUM PADA PRODUK EKSTRUDAT Utilization of Clam Amusium Pleuronectes Shell as Calcium Source on Extrudates Product." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 14(2):134-42.

Akhmad Anugerah S, and Iriany. 2015. "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Bulu Sebagai Adsorben Untuk Menjerap Logam Kadmium (Ii) Dan Timbal (Ii)." *Jurnal Teknik Kimia USU* 4(3):40-45. doi: 10.32734/jtk.v4i3.1480.

Paus, Tri, Hasiholan Hutapea, and Dori Rachmawani. 2019. "Limbah Cangkang Kerang Temberungun (Telescopium Telescopium) Sebagai Adsorben Logam Berat Besi (Fe<sup>2+</sup>)." *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 3(2):115-22. doi: 10.30862/jsai-fpik-unipa.2019.Vol.3.No.2.88.

Puari, Aninda Tifani. 2020. "Pemanfaatan Limbah Tanaman Kegiatan Praktikum Sebagai Bahan Dasar Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Metilen

Biru Pada Limbah Cair Laboratorium." *Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)* 3(2).

Setyawan, Frida L., Darjito, and Mohammad M. Khunur. 2013. "Pengaruh PH Dan Lama Kontak Pada Adsorpsi Ca<sup>2+</sup> Menggunakan Adsorben Kitin Terfosforilasi Dari Limbah Cangkang Bekicot." *Kimia Student Journal* 1(2):201-7.

Sulistiyanti, Dyah, Antoniker Antoniker, and Nasrokhah Nasrokhah. 2018. "Penerapan Metode Filtrasi Dan Adsorpsi Pada Pengolahan Limbah Laboratorium." *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)* 3(2):147. doi: 10.30870/educhemia.v3i2.2430.

Zein, Rahmiana, Risa Oktaviani, Megita Febiola, Nurul Annisyah, Matlal Fajri Alif, and Zilfa Zilfa. 2020. "Pembuatan Material Komposit Penjernih Air Dari Campuran Perlit Dan Cangkang Pensi." *Chimica et Natura Acta* 8(3):119. doi: 10.24198/cna.v8.n3.31564.

ISSN 2621-0878



9 772621 087012