

PEMANFAATAN LIMBAH TONGKOL JAGUNG (*Zea mays* L.) SEBAGAI ARANG AKTIF DALAM MENURUNKAN KADAR AMONIA, NITRIT DAN NITRAT PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN TEKNIK CELUP

Azwar Amin*, Saibun Sitorus dan Bohari Yusuf

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman

Jl. Barong Tongkok No. 4 Gn. Kelua Samarinda. Telp. 0541-749152

*Email : amin_azwar@yahoo.com

ABSTRACT

A research about utilization of waste corncob (*Zea may* L.) as active charcoal in reduction ammonia, nitrite and nitrate levels on industrial tofu liquid waste using dye technique have been researched. The purpose of this research to know reduction levels of industrial tofu liquid waste from some parameter is ammonia, nitrite and nitrate by using 2 variations is contact time and pH tofu liquid waste. The percentage yield of research to show of reduction ammonia, nitrite and nitrate levels at the optimum contact time 10 minute and the optimum pH 6 that is 51,29%, 31,93% and 58,71%. And then analyzed of data by using ANOVA test to know F_{count} influence of the contact time of active charcoal to reduction ammonia, nitrite and nitrate levels on industrial tofu liquid waste that is 2,4891 less than F_{table} 3,00. It is stated that is no significant effect on the reduction ammonia, nitrite and nitrate levels of industrial tofu liquid waste by using variation contact time active charcoal. While F_{count} influence of optimum pH industrial tofu liquid waste to reduction ammonia, nitrite and nitrate levels on industrial tofu liquid waste that is 5,7168 more than F_{table} 2,07. It is stated that is a significant effect on the reduction ammonia, nitrite and nitrate levels of industrial tofu liquid waste by using variation optimum pH industrial tofu liquid waste.

Keywords: Active Charcoal, Ammonia, Nitrite, Nitrate and Industrial Tofu Liquid Waste

PENDAHULUAN

Pembuangan limbah cair industri tahu secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Limbah cair industri tahu mengandung sejumlah besar karbohidrat, lemak dan protein. Bahan organik kompleks berupa karbohidrat, lemak dan protein mula-mula diubah menjadi bentuk persenyawaan yang lebih sederhana yaitu glukosa, gliserol, asam lemak dan asam amino. Asam amino yang merupakan hasil dari perombakan protein akan dioksidasi menjadi nitrogen amonia (NH_3) dan senyawa karboksil. Senyawa (NH_3) akan dioksidasi lagi menjadi nitrit (NO_2^-). Apabila oksigen tersedia akan dioksidasi lagi menjadi nitrat (NO_3^-) [5].

Berbagai metode telah digunakan untuk menurunkan dalam pengolahan limbah cair industri tahu. Pengolahan limbah cair industri tahu yang sederhana dengan biaya yang murah dan efisien sangat dibutuhkan oleh pengrajin tahu. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk

mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan metode arang aktif.

Beberapa bahan baku yang dapat digunakan antara lain: kayu, tempurung kelapa, limbah batu bara, limbah pengolahan kayu dan limbah pertanian seperti kulit buah kopi, kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol dan pelepah jagung [6].

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah pertanian yang sangat potensial dimanfaatkan untuk dijadikan arang aktif, karena limbah tersebut sangat banyak dan terbuang percuma. Dalam bahan ini juga mengandung kadar unsur karbon 43,42% dan hidrogen 6,32% dengan nilai kalornya berkisar antara 14,7-18,9 MJ/kg. Selama ini masyarakat cenderung memanfaatkan limbah tongkol jagung hanya sebagai bahan pakan ternak, bahan bakar atau terbuang percuma. Untuk menghindari hal ini perlu adanya pemanfaatan limbah tongkol jagung tersebut, salah satunya yaitu sebagai bahan baku arang aktif (Mutmainnah, 2012).

Pada umumnya, penelitian tentang arang aktif sudah banyak dilakukan dalam mengurangi pencemaran lingkungan. Dalam penelitian ini, peneliti ingin memberikan inovasi mutakhir dimana arang aktif tersebut dibungkus dengan kantong teh celup. Dimana, penelitian ini diharapkan arang aktif tersebut tidak langsung terkontak dengan suatu limbah cair dan mudah dipisahkan kembali dari limbah cair tersebut tanpa mengurangi kegunaan utama dari arang aktif tersebut yaitu sebagai adsorpsi untuk menurunkan kadar pencemar dalam suatu limbah cair.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan limbah tongkol jagung sebagai arang aktif yang kemudian dibungkus kantong teh celup agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan oleh industri tahu yang menghasilkan amonia, nitrit dan nitrat.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan adalah botol film, botol semprot, spatula, batang pengaduk, gelas ukur, oven, cawan porselin, buret, tiang statif, klem, erlenmeyer, pipet ukur, pipet mikro, pipet volume, pipet tetes, tabung reaksi, rak tabung reaksi, labu ukur, *beaker glass*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *muffle furnace*, *stopwatch*, *handsealer*, desikator, ayakan mekanis 100 mesh, neraca analitik dan spektrofotometer UV-Visible VIS-7220G (Rayleigh).

Bahan

Bahan yang digunakan limbah tongkol jagung di Pasar Segiri Kota Samarinda, limbah cair tahu di Jalan Lumba-lumba Kel. Sungai Dama Kota Samarinda, larutan HCl 4 N, larutan NaOH 4 N, larutan Fenol 11,1%, larutan Natrium Nitropruside, larutan NaOCl 5%, larutan Alkalin Sitrat, larutan Sulfanilamida, larutan NED dihidroklorida, larutan H₂SO_{4(p)}, larutan Brucine Sulfat, larutan NaCl 30%, NH₄Cl, NaNO₂, KNO₃, larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N, larutan amilum 1%, tisu, aluminium foil, aquades, kertas saring, kantong teh celup kosong dan pH universal.

PROSEDUR PENELITIAN

Pembuatan Arang Aktif

Limbah tongkol jagung yang telah diambil terlebih dahulu dicuci untuk menghilangkan pengotor yang mungkin melekat pada tongkol jagung hingga benar-benar bersih. Kemudian tongkol jagung dipotong kecil-kecil. Tongkol jagung yang telah dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C. Setelah itu dipanaskan dalam *muffle furnace* dengan suhu

400°C selama 10 menit untuk memperoleh arang. Arang yang diperoleh kemudian dihaluskan hingga berbentuk serbuk. Setelah berbentuk serbuk selanjutnya diayak dengan ayakan 100 mesh. Arang yang lolos dengan ayakan 100 mesh direndam dalam reagen aktivator asam yang digunakan HCl 4 N. Selanjutnya saring dan cuci dengan aquades sampai pH netral. Arang yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator.

Pengemasan Arang Aktif

Arang aktif yang telah dingin ditimbang sebanyak 0,5 gr. Lalu arang aktif yang telah ditimbang dimasukkan kedalam kantong teh celup kosong dan dikemas menggunakan alat *Handsealer*.

Pengujian Arang Aktif

Arang aktif kemudian diuji kualitasnya, meliputi: rendemen, kadar air, kadar abu, kadar karbon dan daya serap terhadap iod [8].

1. Rendemen

Arang aktif yang telah diperoleh terlebih dahulu dibersihkan, kemudian ditimbang. Rendemen dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat arang aktif}}{\text{berat bahan}} \times 100\%$$

2. Kadar air (*Moisture in analysis*)

Kadar air bahan ditentukan dengan cara sebanyak 1 gr contoh yang telah dihaluskan dan ditimbang dengan teliti, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya contoh didinginkan dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{penyusutan}}{\text{gram contoh}} \times 100\%$$

3. Kadar Abu (*Ash content*)

Kadar abu ditentukan dengan cara sebanyak 1 gr contoh dimasukkan ke dalam cawan porselen. Setelah itu dimasukkan ke dalam tanur dalam suhu 815°C sampai terbentuk abu. Selanjutnya contoh didinginkan dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang beratnya.

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{berat abu total}}{\text{gram contoh}} \times 100\%$$

4. Kadar yang menguap (*Volatile matter*)

Kadar yang hilang pada pemanasan 950°C ditentukan dengan cara sebanyak 1 gr contoh dimasukkan ke dalam cawan porselen. Setelah itu dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 950°C selama 7 menit tepat. Setelah itu contoh didinginkan dalam desikator ± 8 menit sebelum ditimbang beratnya.

$$\text{Kadar yang menguap (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% - \% \text{ moisture}$$

Dimana: m_1 = berat cawan kosong
 m_2 = berat arang sebelum pemanasan
 m_3 = berat arang sesudah pemanasan
% moisture = persentase kadar air

5. Kadar karbon (*Fixed carbon*)

Penetapan kadar karbon dalam arang aktif tidak dilakukan secara terapan didapat dari hasil perhitungan secara tidak tepat.

$$FC = 100\% - (\% \text{ ash} + \% \text{ moisture} + \% \text{ volatile matter})$$

6. Daya adsorpsi terhadap iod

Pada tahap ini, proses yang dilakukan adalah sebagai berikut: ditimbang serbuk arang aktif tongkol jagung sebanyak 0,5 gr kemudian dilarutkan di dalam 25 mL larutan iodin 0,1 N. dikocok selama 15 menit dan didiamkan beberapa saat lalu disaring. Selanjutnya diambil filtratnya sebanyak 10 mL, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, ditambahkan larutan amilum 1% dan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Dicatat volume larutan standar yang diperlukan.

$$\text{Daya serap Iod} = \frac{(tb-ts) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{BA iod} \times 25}{gr \times 1000 \times 10} \times 100\%$$

Dengan catatan g adalah gram sampel, tb adalah volume titrasi blanko (mL), ts adalah volume titrasi sampel (mL), N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ adalah normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan BA iod adalah berat atom iod (126,9).

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 100 mL limbah cair industri tahu dikontakkan dengan 0,5 gram arang aktif berukuran 100 mesh terbungkus kantong teh celup dengan variasi waktu kontak selama 0; 10; 20; 30; 40; 50 dan 60 menit. Limbah cair industri tahu sebelum dan sesudah dikontakkan dengan arang aktif diukur kadar amonia, nitrit dan nitratnya secara spektrofotometri.

Penentuan pH Optimum

Air limbah industri tahu diambil sebanyak 100 mL kemudian dikontakkan dengan 0,5 gram arang aktif berukuran 100 mesh terbungkus kantong teh celup pada waktu kontak optimum dan diujikan dengan variasi pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 dan 14. Limbah cair industri tahu sebelum dan sesudah dikontakkan dengan arang aktif diukur kadar amonia, nitrit dan nitratnya secara spektrofotometri.

Teknik Analisa Data

Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan secara deskriptif yaitu dengan analisis data-data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan di Laboratorium, serta membuat grafik mengetahui

pengaruh waktu kontak dan pengaruh pH serta dihitung persentase penurunan kadar amonia, nitrit, dan nitrat dengan rumus:

$$\% \text{ penurunan} = \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\%$$

C_0 = konsentrasi awal parameter

C_1 = konsentrasi akhir parameter

Pada penelitian ini juga dilakukan pengolahan data dengan menggunakan teknik analisis data berupa uji ANOVA (*Analisis of Variance*) yang berfungsi untuk mengetahui adanya pengaruh yang signifikan dalam penelitian.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik/sifat karbon aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*)

Pada umumnya kualitas dan ciri-ciri arang aktif tergantung pada kandungan bahan mentahnya. Bahan mentah yang berbeda-beda akan menghasilkan karbon aktif yang berbeda sifat fisika dan kimianya. Namun demikian, proses pembuatan karbon aktif merupakan faktor yang juga sangat berpengaruh pada kualitas arang aktif yang dihasilkan.

Kadar air ditentukan sebagai berat contoh sampel pada pengeringan 105°C selama 1 jam yang dinyatakan sebagai berat yang hilang. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air karbon aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) sebesar 3%. Kadar air karbon aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang dihasilkan memenuhi persyaratan karbon aktif yang dikeluarkan oleh SNI 06-3730-1995 dengan bentuk serbuk, karena kadar airnya tidak lebih dari 15%. Tinggi rendahnya kadar air karbon aktif banyak dipengaruhi oleh sifat higroskopis dan porositas dari arang tersebut, juga dipengaruhi oleh waktu kontak arang pada tempat terbuka selama proses pendinginan. Kadar air yang dikehendaki harus bernilai sekecil-kecilnya karena akan mempengaruhi daya serapnya terhadap gas maupun cairan [3].

Kadar abu ditentukan dengan memasukkan contoh sampel dalam *muffle furnace* pada suhu 815°C selama 4 jam. Kadar abu arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang diperoleh sebesar 4,33%. Kadar abu arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang dihasilkan memenuhi persyaratan arang aktif yang dikeluarkan oleh SNI No. 06-3730-1995 dalam bentuk serbuk, karena kadar abunya tidak lebih dari 10%. Kadar abu mencerminkan kemurnian arang aktif. Abu adalah residu organik yang dihasilkan setelah pemanasan bahan dasar [3].

Kadar zat yang mudah menguap dilakukan sebagai berat contoh sampel pada pembakaran

suhu 950⁰C selama 7 menit yang dinyatakan sebagai berat sisa contoh. Kadar zat yang menguap atau *volatile matter* (VM) arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) diperoleh sebesar 33,54%. Kadar zat yang menguap pada arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang diperoleh tidak memenuhi persyaratan arang aktif yang dikeluarkan oleh SNI No. 06-3730-1995 dalam bentuk serbuk. Kadar yang menguap ialah banyaknya zat yang hilang bila arang aktif dipanaskan pada suhu 950⁰C dalam waktu 7 menit. Bahan yang menguap terdiri dari sebagian besar gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbondioksida dan metan. Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar permukaan arang aktif mengandung zat lain selain karbon sehingga mempengaruhi daya adsorpsinya. Tinggi rendahnya kadar zat yang menguap dipengaruhi oleh jenis bahan baku, suhu dan lamanya proses pengolahan arang [3].

Kadar karbon (*fixed karbon*) arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang diperoleh sebesar 59,13%. Kadar karbon arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang dihasilkan tidak memenuhi persyaratan arang aktif yang dikeluarkan oleh SNI No. 06-3730-1995 dalam bentuk serbuk, karena kadar karbonnya kurang dari 65%. Pada penetapan kadar karbon tidak dilakukan secara langsung namun didapat dari hasil perhitungan secara tidak langsung yaitu: $FC = 100\% - (\% \text{ ash} + \% \text{ moisture} + \% \text{ volatile matter})$.

Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh karbonisasi dan zat mudah menguap (*volatile matter*). Apabila proses karbonisasi berjalan sempurna maka bahan baku arang akan menguapkan zat ekstraktif sebanyak-banyaknya sehingga kadar zat mudah menguap yang tertinggal sedikit dan akibatnya kadar karbon yang terikat

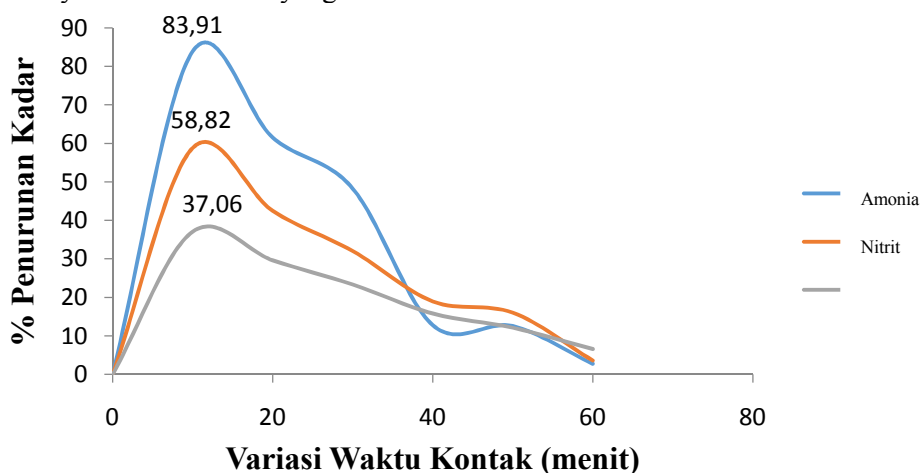
akan meningkat. Kadar yang menguap pada arang aktif tongkol jagung tidak melebihi batas maksimum dari persyaratan SNI No. 06-3730-1995 namun kadar karbon yang terikat kecil, hal ini dipengaruhi karna bahan dasar dari arang aktif tongkol jagung yang mengalami kontaminasi, yang menyebabkan kandungan karbonnya kecil. Maka dapat dikatakan bahwa kadar karbon aktif erat sekali hubungannya dengan kadar zat yang mudah menguap, dimana semakin tinggi kadar zat mudah menguap maka semakin rendah kadar karbon terikatnya [3].

Daya adsorpsi arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) terhadap iodium sebesar 27,28%. Daya adsorpsi arang aktif tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang memenuhi persyaratan arang aktif yang dikeluarkan oleh SNI No. 06-3730-1995 minimal 20%. Besarnya daya adsorpsi karbon aktif terhadap iodium menggambarkan semakin banyaknya struktur mikropori yang terbentuk dan memberikan gambaran terhadap besarnya diameter pori yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih besar dari 10 Angstrom [3].

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak optimum merupakan waktu pengocokan campuran arang aktif dengan limbah cair tahu, dimana terjadi penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu paling besar. Pengocokan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan [7].

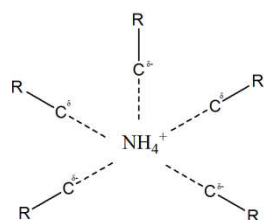
Adsorpsi amonia, nitrit dan nitrat limbah cair industri tahu oleh arang aktif dari tongkol jagung (*Zea mays L.*) pada variasi waktu kontak 0, 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit mencapai optimum pada waktu kontak 10 menit seperti ditunjukkan pada gambar 1:



Gambar 1. Grafik Hubungan Variasi Waktu Kontak terhadap Persen Penurunan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat oleh Arang Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays L.*)

Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa penyerapan oleh arang aktif dengan ukuran partikel 100 mesh yang dikemas kantong celup mencapai optimum pada waktu kontak 10 menit. Pada waktu kontak 10 menit terjadi penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat yang signifikan. Arang yang sudah diaktifkan permukaannya menjadi lebih luas karena telah bebas dari deposit hidrokarbon dan pori-porinya telah terbuka sehingga mampu mengadsorpsi amonia, nitrit dan nitrat [4]. Pada waktu kontak 20 menit terjadi penurunan nilai adsorpsi. Hal ini disebabkan pori-pori arang aktif telah jenuh atau telah tertutup oleh adsorbat sehingga arang aktif tidak mampu lagi menyerap adsorbat. Penurunan nilai adsorpsi terjadi secara terus menerus pada waktu kontak 30 menit sampai dengan 60 menit [4].

Adsorpsi yang terjadi pada arang aktif dengan limbah cair tahu merupakan adsorpsi fisik. Peristiwa adsorpsi pada arang aktif terjadi karena adanya gaya *Van der Waals* yaitu gaya tarik-menarik intermolekuler antara molekul padatan dengan solut yang diadsorpsi lebih besar daripada gaya tarik-menarik sesama solut itu sendiri di dalam larutan, maka solut akan terkonsentrasi pada permukaan padatan. Adsorpsi jenis ini tidak bersifat *site specific*, dimana molekul yang teradsorpsi bebas untuk menutupi seluruh permukaan padatan [1].



Gambar 2. Prediksi Model Ikatan Fisika antara NH_4^+ dan Arang Aktif

Adsorpsi terjadi karena adanya perbedaan potensial antara molekul-molekul adsorbat dengan permukaan aktif pada pori-pori adsorben. Gaya tersebut yang menyebabkan molekul-molekul adsorbat secara difusional teradsorpsi ke dalam pori-pori adsorben dan terikat untuk waktu tertentu. NH_3 di dalam air berbentuk NH_4OH karena bereaksi dengan H_2O . $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$, NH_4OH dipecah menjadi ion NH_4^+ dan ion OH^- . Arang aktif tongkol jagung mampu mengadsorpsi ion NH_4^+ dalam limbah cair industri

tahu karena memiliki gugus aktif pada seluruh permukaan padatan, yang mana terdapat senyawa radikal bebas pada gugus aktif tersebut yaitu pada atom C yang memiliki elektron bebas, sehingga atom C yang bermuatan negatif memiliki kemampuan untuk menarik ion NH_4^+ yang bermuatan positif.

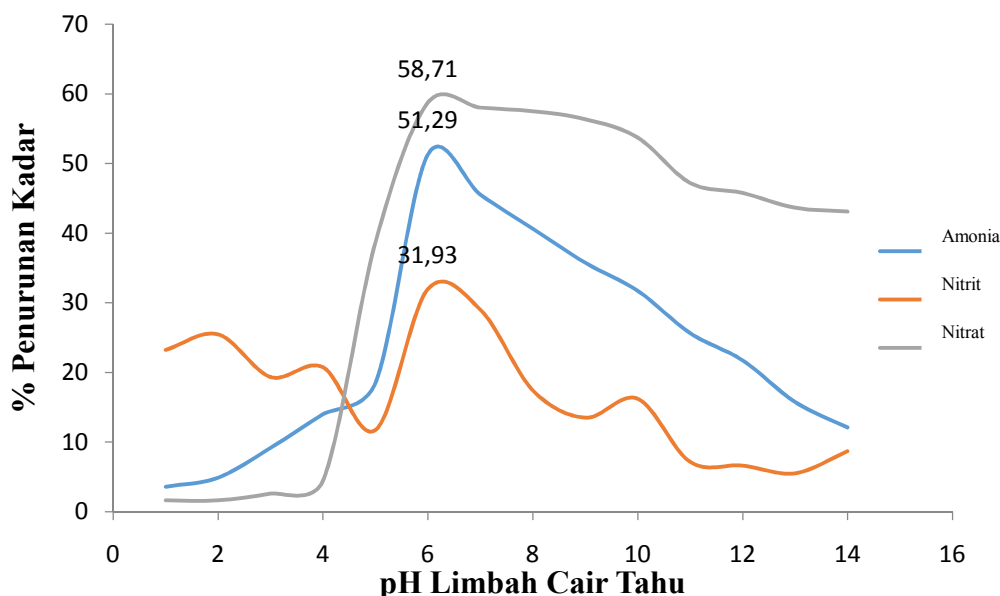
Penentuan pH Optimum

Kondisi pH yang baik adalah kondisi pH dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan baik. Nilai pH ini penting untuk dipertimbangkan karena dapat mempengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimia di dalam air. Air limbah dengan pH yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis [2].

Penentuan pH optimum dilakukan pada berbagai variasi pH limbah cair industri tahu yaitu pH 1 sampai 14 dengan menggunakan waktu kontak optimum 10 menit. Pengaturan pH asam dilakukan dengan cara penambahan larutan NaOH 0,1 N dan pengaturan pH basa dilakukan dengan cara penambahan larutan HCl 0,1 N.

Persentase penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat limbah cair industri tahu oleh arang aktif dari tongkol jagung (*Zea mays* L.) terhadap variasi pH pada waktu kontak optimum 10 menit dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa persentase penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat limbah cair industri tahu menggunakan arang aktif dari tongkol jagung (*Zea mays* L.) mencapai optimum pada pH 6. Nilai pH optimum yang diharapkan pada penelitian ini yaitu pH netral atau pH 7. Karena pH netral memungkinkan kehidupan biologis limbah berjalan dengan baik, dibandingkan pada pH asam maupun basa sehingga memungkinkan proses dekomposisi bahan organik limbah berjalan dengan baik. Hal tersebut menyebabkan bahan organik yang terlarut dalam limbah menjadi berkurang. Perbedaan nilai pH optimum antara yang dihasilkan dengan yang diharapkan bukanlah suatu masalah dalam sebuah penelitian ini. Karena pada penelitian ini nilai pH 6 dan 7 penurunan kadar amonia, nitrit dan nitratnya tidak terlalu jauh perbedaan penurunannya. Hanya saja nilai pH 6 sedikit lebih tinggi penurunan kadarnya dibandingkan nilai pH netral atau nilai pH 7. Sehingga pH 6 limbah cair industri tahu merupakan nilai pH optimum pada penelitian ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan pH Limbah Cair Tahu terhadap Persen Penurunan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat oleh Arang Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays L.*)

Persentase penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat limbah cair industri tahu menggunakan arang aktif dari tongkol jagung (*Zea mays L.*)

Persentase penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat limbah cair industri tahu menggunakan adsorben arang aktif dari tongkol jagung (*Zea mays L.*) yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yaitu kadar amonia sebesar 51,29%, nitrit sebesar 31,93%, dan nitrat sebesar 58,71%. Persentase penurunan kadar nitrit yang diperoleh cukup kecil dibandingkan persentase kadar amonia dan nitrat limbah cair industri tahu, hal tersebut disebabkan nitrit merupakan senyawa yang tidak stabil. Nitrit merupakan tahap *intermediet* (transisi) dalam dekomposisi biologis senyawa organik yang mengandung nitrogen. Nitrit dapat langsung berubah menjadi nitrat dengan adanya oksigen

yang terlarut dalam limbah cair industri tahu. Sedangkan persentase penurunan kadar nitrat pada limbah cair industri tahu yang diperoleh cukup tinggi dibandingkan dengan persentase penurunan kadar amonia dan nitrit. Bahan organik berupa protein yang terdapat dalam limbah cair industri tahu terdekomposisi menjadi amonia dengan bantuan mikroorganisme pengurai yang terdapat dalam limbah cair industri tahu. Pada kondisi aerobik amonia teroksidasi menjadi nitrit, kemudian nitrit dioksidasi lagi menjadi nitrat sehingga senyawa kimia yang paling banyak ditemukan adalah nitrat. Pada proses adsorpsi, nitrat paling banyak teradsorpsi pada pori-pori arang aktif tongkol jagung dibandingkan dengan amonia dan nitrit sehingga persentase penurunan kadar nitrat yang diperoleh cukup tinggi.

Tabel 1. Persen Penurunan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat pada Waktu Kontak Optimum 10 Menit dan pH Optimum 6

Ion	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Kadar Penurunan (%)
Amonia (NH ₃)	0,1667	0,0812	51,29%
Nitrit (NO ₂ ⁻)	0,0357	0,0243	31,93%
Nitrat (NO ₃ ⁻)	1,1573	0,4778	58,71%

Analisis Variansi (ANOVA) terhadap penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu

Analisis Variansi (ANOVA) pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan ANOVA dua arah (*Two Ways*) dengan kriteria pengujian yaitu H₀ (tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada penurunan amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan variasi

waktu kontak dan variasi nilai pH limbah cair industri tahu) dan H_a (terdapat pengaruh yang signifikan pada penurunan amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan variasi waktu kontak dan variasi nilai pH limbah cair industri tahu), jika F hitung ≥ F tabel, maka H₀ ditolak sedangkan H_a diterima dan sebaliknya seperti yang disajikan di Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Analisis Variansi (ANOVA) pengaruh variasi waktu kontak arang aktif terhadap

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	db	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel 0,05	Ket.
Waktu Kontak	0,0802	6	0,0134	2,4891	3,00	H ₀ diterima
Konsentrasi	3,5678	2	1,7839	332,0438	3,89	H _a diterima
Galat	0,0645	12	0,0054	-	-	-
Total	3,7125	20	-	-	-	-

Berdasarkan tabel Analisis Variansi (ANOVA) pengaruh variasi waktu kontak arang aktif terhadap penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu diketahui bahwa nilai F hitung < F tabel atau 2,4891 < 3,00 untuk taraf signifikan 5%. Sehingga H₀ diterima dan H_a

ditolak, yang berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada penurunan amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan variasi waktu kontak arang aktif terhadap limbah cair industri tahu.

Tabel 3. Tabel Analisis Variansi (ANOVA) pengaruh nilai pH limbah cair industri tahu terhadap penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	db	Rata-rata Kuadrat	F hitung	F tabel 0,05	Ket.
Nilai pH	0,3993	13	0,0307	5,7168	2,07	H _a diterima
Konsentrasi	4,0158	2	2,0079	373,7346	3,37	H _a diterima
Galat	0,6219	26	0,0152	-	-	-
Total	5,0369	41	-	-	-	-

Berdasarkan tabel Analisis Variansi (ANOVA) pengaruh nilai pH limbah cair industri tahu terhadap penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu diketahui bahwa nilai F hitung ≥ F tabel atau 5,7168 ≥ 2,07 untuk taraf signifikan 5%. Sehingga H₀ ditolak dan H_a diterima, yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan pada penurunan amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan variasi nilai pH limbah cair industri tahu.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan tabel Analisis Variansi (ANOVA) tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada penurunan amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan variasi waktu kontak arang aktif terhadap limbah cair industri tahu.
2. Berdasarkan tabel Analisis Variansi (ANOVA) terdapat pengaruh yang signifikan pada penurunan amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan variasi nilai pH limbah cair industri tahu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adamsons, W. A. 1976. *Physical Chemistry of Surface*. New York: Interscience.
- [2] Karim, M. Y. 2007. *Pengaruh Salinitas dan Bobot terhadap Konsumsi Kepiting Bakau (Scylla serrata forsskal)*. Jurnal Sains dan Teknologi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. UNHAS. (on-line).
- [3] Lempang, Mody. 2011. *Struktur dan Komponen Arang serta Arang Aktif Tempurung Kemiri*. [http://www.pustekolah.org/data_content/attachment/7._Mody_Wasri_n_\(Struktur\).pdf](http://www.pustekolah.org/data_content/attachment/7._Mody_Wasri_n_(Struktur).pdf). Diakses pada tanggal 5 November 2015.
- [4] Lubis, S, dan R, Nasution. 2002. *Pemanfaatan Limbah Bubuk Kopi sebagai Adsorben pada Penurunan Kadar Besi (Fe Anorganik) dalam Air Minum*. Jurnal Natural, Volume 2 No.2, September 2002:12-16.