

# PENGARUH PERUBAHAN MASSA ZEOLIT TERHADAP KADAR Ph LIMBAH PABRIK GULA MELALUI MEDIA FILTRASI

*Arista Rahayu<sup>1,\*</sup> Masturi<sup>2</sup> and Ian Yulianti<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Department of Physics, Postgraduate Semarang State University*

*Jalan Bendan Ngisor, Sampangan, Semarang*

<sup>2</sup> *Jurusan Fisika, Universitas Negeri Semarang*

*Jalan Taman Siswa Sekaran, Gunungpati, Semarang*

Email: aristarahayu5@gmail.com

## Abstrak

Pabrik gula merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah (padat, gas dan cair). Limbah pabrik gula menjadi salah satu permasalahan karena memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Limbah cair menjadi sorotan karena akan dibuang ke sungai yang airnya sering dimanfaatkan oleh masyarakat. Limbah cair umumnya lebih bersifat bahan organik yang mudah terurai oleh mikroorganisme yang jika dibuang ke perairan akan menyebabkan turunnya pH. Dibutuhkan suatu cara penanganan limbah cair pabrik gula yang dapat menghasilkan bahan buangan yang tidak menimbulkan pencemaran. Filtrasi merupakan proses pemisahan campuran solida likuida melalui media porous yang mana solida tersuspensi tertahan di dalam media dan likuida atau cairannya terlewatkan. Penelitian ini dilakukan dengan metode filtrasi. Variasi massa zeolit adalah 200, 300, 400, 500, 600 gram untuk mengetahui perubahan kadar pH pada limbah cair pabrik gula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan massa zeolit menyebabkan peningkatan kadar pH sebesar 6,09 sampai dengan 6,64.

**Kata kunci:** filtrasi, kadar pH, limbah cair pabrik gula

## PENDAHULUAN

Industri gula nasional memegang peranan penting dalam memenuhi tingkat permintaan gula yang terus meningkat dengan kualitas yang baik untuk dapat bersaing dengan gula impor yang saat ini membanjiri pasaran di Indonesia (Yani, dkk 2012).

Industri gula menghasilkan produk utama yaitu gula pasir serta produk sampingan berupa tetes tebu yang menjadi bahan untuk memproduksi alkohol, spiritus, dan penyedap masakan.

Perkembangan industri gula di Indonesia yang semakin pesat tidak dapat dipisahkan dari masalah pencemaran lingkungan akibat limbah yang dihasilkan. Limbah merupakan buangan hasil produksi yang kehadirannya pada waktu dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena akan memberikan pengaruh yang merugikan (Adityanto 2007).

Menurut Isyuniarto, dkk (2007) berbagai industri sekarang ini termasuk industri gula, membuang limbah ke sungai tanpa ada pengolahan terlebih dahulu atau sudah dilakukan pengolahan tetapi masih belum memenuhi standar baku mutu limbah cair yang sudah ditetapkan oleh pemerintah sehingga dapat mengganggu lingkungan.

Limbah yang dihasilkan pabrik gula berupa limbah padat yaitu ampas tebu dan limbah cair yang berasal dari air pendingin, air proses dari pencucian pada penghilangan warna dan pencucian endapan.

Limbah cair harus mendapat lebih banyak perhatian dan menjadi sorotan karena limbah cair ini akan dibuang ke sungai yang airnya sering dimanfaatkan oleh masyarakat. Limbah cair pabrik gula dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan jika tidak ditangani secara tepat karena mengandung sejumlah besar karbohidrat, protein, lemak dan

sisanya bahan kimia yang digunakan baik dalam proses pengolahan dan pembersihan.

Masalah yang mungkin timbul dalam operasi pabrik gula akibat limbah cair diantaranya polusi badan air karena kontaminasi, deoksigenisasi oleh effluent limbah cair serta bau menyengat akibat biodegradasi limbah dalam bentuk gas hidrogen sulfida (LPP 2006).

Pengolahan tebu menjadi gula menghasilkan limbah cair sebanyak 1-2 m<sup>3</sup>/ton tebu (Cliffito 1994). Syarat limbah untuk dapat dibuang ke badan air yaitu limbah cair harus memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Beberapa parameter yang harus terpenuhi baku mutunya adalah: *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solid* (TSS), minyak dan lemak, sulfida, pH, serta kuantitas (volume) limbah yang dihasilkan.

pH merupakan derajat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Air murni bersifat netral dengan pH sebesar 7,0 pada suhu 25<sup>0</sup>C. Larutan pH kurang dari tujuh disebut bersifat asam, dan larutan dengan pH lebih dari tujuh dikatakan bersifat basa.

Dalam pengolahan limbah, peranan pH sangat penting karena mikroorganisme memerlukan lingkungan dengan pH tertentu. Secara umum, rentang pH yang dapat ditolerir oleh mikroorganisme adalah pada kisaran 6–9 (PPRI 2001).

Selain penting dalam proses pengolahan, pH merupakan salah satu parameter baku mutu air limbah. Air limbah yang sudah diolah harus memenuhi rentang pH tertentu (kisaran pH normal) sebelum dialirkan ke perairan agar kehidupan biota perairan tidak terganggu. Salah satu cara agar pH berada pada kisaran normal adalah melalui media filtrasi.

Filtrasi merupakan proses penjernihan atau penyaringan air limbah melalui media (pada penelitian ini digunakan variabel massa kerikil, pasir, pasir silika dan arang aktif yang sama tetapi dengan variabel massa zeolit yang berbeda), dimana selama limbah cair industri gula melalui media filtrasi ini akan terjadi perbaikan kualitas terutama kadar pH. Hal ini disebabkan adanya pemisahan partikel-partikel tersuspensi dan koloid, reduksi bakteri dan organisme lainnya dan pertukaran konstituen kimia yang ada dalam air limbah.

## METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober di laboratorium workshop Universitas Semarang. Sampel limbah cair pabrik gula diambil dari salah satu pabrik gula di Pati. Sampel diambil dari bak pengendapan air limbah yang sudah siap dialirkan. Sampel diambil satu kali pada satu bak.

Penelitian ini bersifat eksperimen dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh massa zeolit yang berbeda pada media filtrasi yang berisi kerikil, pasir, pasir silika, arang aktif dengan massa yang disamakan terhadap kadar pH limbah cair pabrik gula.

Variabel pengaruh dalam penelitian ini yang digunakan sebagai perlakuan adalah massa kerikil, pasir, pasir silika dan arang aktif yang telah disamakan yaitu sebesar 200 g sebagai media filtrasi dan massa zeolit sebesar 200 g, 300 g, 400 g, 500 g, 600 g. Sedangkan variabel terpengaruh adalah kadar pH sebelum dan sesudah perlakuan. Kadar pH diukur dengan menggunakan pH meter untuk setiap variasi massa zeolit.

Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan yaitu: tahap persiapan, pelaksanaan dan pengumpulan data.

Pada tahap persiapan, materi yang dibutuhkan adalah 11 botol air mineral dengan kapasitas 600 ml sebagai wadah sampel sebelum dan sesudah difiltrasi, 1 dirigen dengan kapasitas 5 liter air limbah pabrik gula yang siap untuk dialirkan ke sungai, neraca digital, 6 buah pralon yang sudah ada dipasang kran, pasir silika 200 gram, pasir 200 gram, batu kerikil 200 gram, arang aktif 200 gram dan zeolit (200 g, 300 g, 400 g, 500 g, 600 g).

Pada tahap pelaksanaan, penelitian dilakukan dengan mengalirkan limbah cair pabrik gula ke dalam filter 1 (filter yang mempunyai massa pasir silika 200 g, pasir 200 g, arang aktif 200 g, batu kerikil 200 g, dan zeolit 200 g), filter 2 (filter yang mempunyai massa pasir silika 200 g, pasir 200 g, arang aktif 200 g, batu kerikil 200 g, dan zeolit 300 g), filter 3 (filter yang mempunyai massa pasir silika 200 g, pasir 200 g, arang aktif 200 g, batu kerikil 200 g, dan zeolit 400 g), filter 4 (filter yang mempunyai massa pasir silika 200 g, pasir 200 g, arang aktif 200 g, batu kerikil 200 g, dan zeolit 500 g), filter 5 (filter yang mempunyai massa pasir silika 200 g, pasir 200 g, arang aktif 200 g, batu kerikil 200 g, dan

zeolit 600 g). Tutup rapat hasil sampel dan dimasukkan kotak untuk diperiksa di laboratorium kimia. Setelah selesai pengambilan sampel lalu dikirim ke laboratorium kimia Universitas Negeri Semarang untuk dilakukan pemeriksaan parameter pH.

Pengumpulan data dilakukan dengan massa kerikil, pasir, pasir silika dan arang aktif yang telah disamakan yaitu 200 g sebagai media filtrasi dan massa zeolit 200 g, 300 g, 400 g, 500 g, 600 g. Adanya perbedaan massa zeolit dalam media filtrasi bertujuan untuk melihat perubahan kadar pH pada limbah cair pabrik gula. Data yang diperoleh dari hasil analisis kandungan pH dari tiap perlakuan untuk mengetahui perlakuan mana yang dapat menghasilkan kadar pH yang sesuai dengan nilai baku mutu PPRI No. 82 Tahun 2001 yaitu berkisar 6-9.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan media filtrasi untuk mengetahui pengaruh massa zeolit (200 g, 300 g, 400 g, 500 g dan 600 g) terhadap perubahan kadar pH untuk mendapatkan pH berkisar 6-9 sesuai dengan nilai baku mutu PPRI No. 82 Tahun 2001.

Kadar pH sebelum dan sesudah filtrasi dengan penambahan massa zeolit ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kadar pH sebelum dan sesudah penambahan massa zeolit

No	Sampel	Kadar pH sebelum filtrasi	Massa Zeolit	Kadar pH setelah filtrasi
1	S-1	5,08	200 g	6,09
2	S-2	5,08	300 g	6,27
3	S-3	5,08	400 g	6,16
4	S-4	5,08	500 g	6,47
5	S-5	5,08	600 g	6,64

Dari tabel 1 terlihat bahwa kadar pH sebelum filtrasi untuk semua sampel adalah sama. Penambahan massa zeolit pada proses filtrasi secara umum adalah meningkatkan nilai pH pada limbah cair pabrik gula. Peningkatan tersebut terjadi karena waktu kontak antara zeolit dan air limbah yang semakin lama di dalam kolom proses (Bernasconi dkk 1995).

Pada saat melakukan filtrasi dengan menggunakan zeolit maka terjadi mekanisme penyisihan zat organik dan anorganik, sehingga terjadi perubahan sifat kimia air limbah berupa pH. Hal ini ditandai dengan penangkapan dan penyerapan bahan organik dan anorganik melalui permukaan zeolit yang membuat kondisi limbah menjadi alkalinitas (Gintings 1998), di mana semakin lama waktu pengontakan dengan media pemisah yang bersifat basa, maka sifat kimia (pH) air limbah menuju ke sifat basa.

Hasil penelitian juga menunjukkan sifat anomali pada penambahan massa zeolit 400 gram yaitu mempunyai nilai pH sebesar 6,16. Hal tersebut terjadi karena limbah cair yang digunakan adaah bagian endapan yang berwarna sangat keruh sehingga dimungkinkan pada proses filtrasi terjadi penurunan pada waktu kontak antara zeolit dan limbah cair sehingga pH yang dihasilkan masih cukup rendah.

Peningkatan nilai pH dari limbah cair dengan penambahan massa zeolit menjadi reaksi kimia dari zeolit itu sendiri. Telah diketahui bahwa zeolit merupakan bahan mineral yang bermuatan negatif, yang dapat dinetralkan oleh logam-logam alkali atau alkali tanah. Zeolit memiliki pori-pori yang terisi ion-ion K, Na, Ca, Mg dan molekul H<sub>2</sub>O, sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran ion dan pelepasan air secara bolak-balik. Selain sebagai penukar kation, zeolit juga berfungsi sebagai penyerap kation-kation yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan seperti Pb, Al, Fe, Mn, Zn, dan Cu. Adanya zeolit tersebut dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Oste *et al.* 2002).

Penggunaan zeolit mampu menyerap logam berat pada limbah perairan seperti Pb, Hg dan Cd (Vaulina 2002). Zeolit dapat mengabsorpsi CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>, serta mengurangi terucunya unsur N.

Pemanfaatan zeolit dibidang pertanian selama ini adalah sebagai bahan untuk meningkatkan kualitas pupuk organik (Jabri 2008). Selain itu, pemberian zeolit 0,5 kg pada kompos 0,216 m<sup>3</sup> dengan proses dekomposisi selama 3 minggu dapat meningkatkan pH kompos, ketersediaan N, P dan K serta menurunkan nisbah C/N kompos (Susanti dan Panjaitan, 2010). Penambahan sebanyak 5% zeolit pada tanah pasir meningkatkan populasi

bakteri dan populasi jamur (Djajadi *et al.* 2010).

Pemberian zeolit 20% pada urine dapat mengurangi hilangnya unsur N, karena N diadsorpsi oleh zeolit sebesar 21,27 mg L<sup>-1</sup> dalam bentuk ammonium, selanjutnya N akan dilepas secara lambat. Zeolit juga dapat menghilangkan bau dan menurunkan kadar amoniak pada urine (Sumarlin 2008).

Peningkatan nilai pH yang tertinggi adalah pada penambahan massa zeolit 600 gram sebesar 6,64. Nilai tersebut berada pada kisaran rentang nilai pH yang dapat ditolerir oleh mikroorganisme yaitu 6,5-9.

Dengan demikian dapat disarankan bagi pabrik gula untuk melakukan pengolahan limbah cair pabrik dengan menggunakan metode filtrasi dengan susunan berikut: pasir, pasir silika, arang aktif dan zeolit dengan massa zeolit 600 gram untuk setiap 600 ml limbah cair, sehingga didapatkan limbah cair pabrik gula setelah diolah lebih aman ketika dibuang di lingkungan. Dengan kata lain, limbah cair dari pabrik tersebut menjadi lebih ramah lingkungan.

## PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pH limbah pabrik gula yang tertinggi diperoleh pada penggunaan massa zeolit 600 gram yaitu sebesar 6,64 sedangkan pH limbah terendah diperoleh pada penggunaan massa zeolit 200 gram yaitu sebesar 6,06.

Pemberian zeolit dapat menaikkan nilai pH pada limbah cair pabrik gula. Peningkatan massa zeolit dapat menunjukkan peningkatan nilai pH limbah cair pabrik gula sehingga memiliki nilai normal pH air untuk dibuang di lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

Adityanto, Batara Nur. 2007. Aktivitas Isolat Bakteri Aerob dari Lumpur Aktif Pengolahan Limbah Cair dalam Mendegradasi Limbah Organik. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Bernasconi, G. 1995. Teknologi Kimia, Bagian 2 Cetakan Pertama PT Pradnya Paramida Jakarta.

Cliffton, P. 1994. Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia, Sumber Pengendalian dan Baku Mutu. Environmental Management Development in Indonesia, Jakarta.

Djajadi, Helianto. B dan Hidayah, N. 2010. Pengaruh media tanam dan frekuensi pemberian air terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta pertumbuhan jarak pagar. *Jurnal Littri*. 16(2): 64-69.

Gintings, Perdana. Ir. 1992. Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri. Edisi 1. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.

Isyuniarto, Usada, Widdi, Suryadi dan P., Agus. Proses Ozonisasi Limbah Cair Pabrik Gula. *Jurnal Kimia Indonesia*. Vol. 2 (1), p 1-5.

Jabri. A. 2008. Kajian metode penetapan kapasitas tukar kation zeolit sebagai pembenah tanah untuk lahan pertanian terdegradasi. *Jurnal Standardisasi*. 10(2): 56-69.

LPP. 2006. Penuntun Analisis Limbah Cair Pabrik Gula. LPP: Yogyakarta.

Mohamad Yani, Ikawati Purwaningsih dan Mas Nandang Munandar. 2012. Penilaian Daur Hidup (Life Cycle Assessment) Gula Pada Pabrik Gula Tebu Life Cycle Assessment Of Sugar At Cane Sugar Industry. *E-Jurnal Agropabrik Indonesia*. Vol. 1 No. 1, p 60-67

Oste. L. A, Lexmond. T. M, and Riemsdijk. V. 2002. Metal immobilization in soils using synthetic zeolites. *Journal of Environmental quality*. Proquest Research Library. 31 : 813-821.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Sumarlin. L. O, Muharam. S dan Vitaria. A. 2008. Pemerangkapan ammonium (NH<sup>4+</sup>) dari urine dengan zeolit pada berbagai variasi konsentrasi urine. *Jurnal Valensi*. 1(3) :110-117.

Vaulina. E. 2002. Potensi zeolit alam sebagai adsorban logam-logam berat pada limbah perairan. *Majalah Ilmiah Universitas Jenderal soedirman*. Purwokerto. 2(28): 1-8.

