

Analisis pH dan Kesadahan Total pada Air Umpan *Boiler* di PMKS PT. SISIRAU Aceh Tamiang

Rahayu^{1*}, Yulida Amri¹, Tisna Harmawan¹

¹Program Studi Kimia Fakultas Teknik Universitas Samudra
Jl. Meurandeh, Langsa Aceh 24416, Indonesia

* Corresponding author: rahayu.ayyu1998@gmail.com

ABSTRAK

Industri Pabrik Kelapa Sawit (PKS) membutuhkan air umpan *boiler* untuk menghasilkan uap pada pengolahan kelapa sawit. Uap digunakan untuk perebusan dan sebagai tenaga pembangkit listrik. Air umpan *boiler* yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu seperti kesadahan total, pH, alkalinitas dan silika. Pada penelitian ini dilakukan uji pH dan penentuan kesadahan total air umpan *boiler*. Pengujian pH menggunakan kertas indikator universal dan diperoleh nilai pH 5,2-6. Nilai pH ini tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan. Kesadahan total diuji dengan menggunakan indikator *hydro 733*. Hasil yang diperoleh sudah memenuhi standar.

Kata-kata kunci: air umpan *boiler*, pH, kesadahan total

PENDAHULUAN

Air adalah sumberdaya alam yang diperlukan untuk kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya [1]. Berbagai industri juga membutuhkan air untuk kegiatan pengolahan seperti pabrik kelapa sawit. Air yang digunakan dalam industri sawit tentunya harus memenuhi persyaratan yaitu harus melalui perlakuan kimia yang aman (*food grade*). Pada pabrik kelapa sawit air dibutuhkan untuk pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan uap dari *boiler* [2].

Boiler merupakan suatu bejana yang tertutup yang menghasilkan uap dengan pemanasan. Sistem *boiler* terdiri dari sub sistem *boiler* umpan, sub sistem uap dan sub sistem bahan bakar. Sub sistem uap membutuhkan air untuk *boiler* dan dapat diatur secara otomatis untuk memenuhi kebutuhan uap [3].

Air umpan *boiler* yang digunakan harus dapat dipastikan memenuhi persyaratan sebagai sumber uap dan dapat menghindari terjadinya korosi pada pipa [2]. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menjaga kestabilan air umpan *boiler* dengan menjaga pH dan kesadahan total agar sesuai standar.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk proses analisis adalah air umpan *boiler* dan *hydro 733*.

Metode

Penentuan pH pada Air Umpan *Boiler*

Prosedur analisis penentuan pH pada air umpan *boiler* ialah mula-mula dimasukkan air umpan *boiler* ke dalam gelas kimia sebanyak 25 mL, kemudian diambil kertas indikator universal dan dicelupkan kedalam air umpan *boiler* dan dicocokkan warna yang dihasilkan pada kertas indikator universal

Penentuan Kesadahan Total

Prosedur analisis penentuan kesadahan total pada air umpan *boiler* ialah mula-mula dimasukkan air umpan *boiler* sebanyak 25 mL ke dalam gelas ukur lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer. Selanjutnya dimasukkan indikator *hydro 733* sebanyak 1 gram dan lihat perubahan yang terjadi menjadi berwarna biru tua. Jika tidak berubah menjadi warna ungu muda maka dititrasi dengan EDTA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil analisis penentuan kadar pH dan kesadahan total pada air umpan *boiler* sebagaimana dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 1. Data hasil analisis penentuan pH dan kesadahan total pada air umpan *boiler*

No	Analisa Ke-	Nilai pH	Kesadahan Total
1	1	6	Trace
2	2	6	Trace
3	3	6	Trace
4	4	5,2	Trace
5	5	6	Trace
6	6	5,8	Trace
7.	7	5,6	Trace
8.	8	5,4	Trace
9.	9	5,5	Trace
10.	10	5,2	Trace
11.	11	5,5	Trace
12.	12	5,5	Trace
13.	13	5,2	Trace
14.	14	5,5	Trace
15.	15	6	Trace
16.	16	6	Trace
17.	17	6	Trace
18.	18	6	Trace
19.	19	5,2	Trace
20.	20	5,2	Trace
21.	21	5,5	Trace
22.	22	5,5	Trace
23.	23	5,5	Trace
24.	24	5,3	Trace
25.	25	5,5	Trace
26.	26	5,3	Trace
27.	27	5,5	Trace
24.	24	5,3	Trace
25.	25	5,5	Trace
26.	26	5,3	Trace
27.	27	5,5	Trace

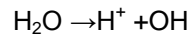
Tabel 1. Data standar mutu pH dan kesadahan total pada umpan *boiler* [4]

No	Parameter	Standarisasi
1.	pH	8,5-9,2
2.	Kesadahan Total	2 ppm
3.	SiO ₂	<5 ppm
4.	TDS	>100 ppm
5.	Alkalinity-total	<20 ppm

pH

pH adalah singkatan dari "power hydrogen" dan menunjukkan konsentrasi ion hidrogen di dalam air. pH yang digunakan untuk mengetahui tingkat kebasahan dan keasaman air. Adapun pemahaman konsep dasar mengenai pH

sangatlah erat hubungannya dengan upaya untuk memahami alkalinitas-asidinitas dalam air dan sangat bermanfaat dalam memahami kimia air. Pada tahap awal, hal yang penting untuk dipahami ialah adanya disosiasi molekul ini menjadi ion hidrogen dan ion hidroksil menurut reaksi:



$$K = [\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

Konsentrasi ion hidrogen bisa ditentukan dengan pH meter dan juga dapat dilakukan dengan cara lain yaitu dengan dititrasi bila konsentrasinya cukup terdeteksi dengan analisis kimia. Ketika pH air mencapai di bawah 5, konsentrasi ion hidrogen mulai mencapai tingkat satuan miligram per liter dan memenuhi syarat untuk menganalisa dengan cara titrasi menggunakan indikator yang sesuai. Indikator yang dapat digunakan adalah metil orange (MO) dengan perubahan warna pada pH berkisar antara 4,2-4,4. Indikator akan mengalami perubahan warna dari warna orange pada saat kondisi basa menjadi warna merah muda kekuningan pada saat kondisi asam [4].

Berdasarkan hasil pengujian air umpan *boiler* di PMKS PT. SISIRAU diperoleh pH sebesar 5,2-6 sedangkan standar pH-nya adalah 6-8 menunjukkan bahwa pH pada air umpan *boiler* di PMKS PT. SISIRAU tidak memenuhi standar. Menurut [4] menjelaskan bahwa standar pH pada air umpan *boiler* 8,5-9,2, akan tetapi pada pabrik PMKS PT. SISIRAU Aceh Tamiang standar pH pada air umpan *boiler* 6-8. Nilai pH air umpan *boiler* harus dipastikan untuk mencegah terjadinya proses korosi. Apabila pH rendah maka perlu dilakukan beberapa tahap:

- Bila pH rendah maka ditambah dosis alkali *booster*
- Bila pH tinggi maka dihentikan pemakaian alkali *booster* dan dilakukan *blowdown* [2].

Kesadahan Total

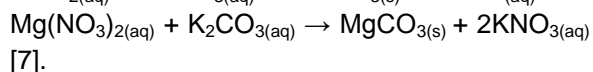
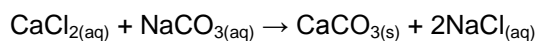
Kesadahan adalah suatu keadaan dimana terdapat kandungan kapur yang berlebihan di dalam air. Pada dasarnya prinsip dari kesadahan ialah terkontaminasinya air dengan unsur logam seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Air permukaan umumnya kandungan Ca dan Mg dalam kadar yang tinggi berkisar (>200 ppm) CaCO₃. Pada daerah batuan kapur air akan memiliki tingkat kesadahan yang tinggi. Kesadahan dalam air bersumber dari adanya

kontak dengan tanah dan pembentukan batuan. Kesadahan total dapat disebabkan oleh adanya ion seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) secara bersama-sama. Kesadahan air dapat menyebabkan kerja sabun menjadi tidak efektif [5]. Kesadahan air dapat diklasifikasikan dalam beberapa tingkat yaitu: kesadahan <50 mg/L (air lunak), 50-150 mg/L (air menengah), 150-300 mg/L (air sadah), dan >300 mg/L (air sangat sadah) [6].

Air sadah dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, diantaranya air sadah sementara dan air sadah tetap. Air sadah sementara mengandung ion bikarbonat (HCO_3^-) baik dalam bentuk senyawa kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) maupun dalam bentuk senyawa magnesium bikarbonat ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Air sadah sementara diartikan sebagai air yang sifat kesadahannya dapat hilang dengan proses pemanasan. Proses pemanasan air sadah tersebut akan menghasilkan endapan sesuai persamaan reaksi berikut:



Air sadah tetap merupakan air sadah yang mengandung ion nitrat (NO_3^-), klorida (Cl^-), dan sulfat (SO_4^{2-}) baik dalam bentuk senyawa kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), kalsium klorida (CaCl_2), kalsium sulfat (CaSO_4) atau senyawa magnesium sulfat (MgSO_4). Adanya senyawa-senyawa tersebut dalam air akan menyebabkan kesadahan tetap karena proses pemanasan tidak dapat menghilangkan sifat kesadahan. Kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan penambahan pengendap seperti larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) atau kalium karbonat (K_2CO_3). Ion karbonat akan bereaksi dengan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} seperti yang ditunjukkan pada reaksi berikut :



(a)



(b)

Gambar 1. Hasil pengujian pH (a) dan kesadahan total air umpan boiler (b)

Pengujian kesadahan total dapat dilakukan menggunakan larutan amoniak dan *hydro 733*. Adapun tujuan penggunaan larutan amoniak adalah untuk menjaga pH supaya tetap dalam suasana basa. Penggunaan indikator *hydro 733* akan menghasilkan warna biru jika kesadahan total berada pada nilai *trace* (<5 mg/L). Namun jika tidak menghasilkan warna biru maka kesadahan total dianalisis dengan metode titrasi kompleksometri menggunakan EDTA. EDTA berfungsi sebagai pengompleks ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Titik akhir titrasi terjadi ketika seluruh ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sudah terikat oleh senyawa EDTA. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna merah anggur menjadi warna biru. Metode ini sering digunakan karena mudah dalam menentukan titik akhir titrasi. Prinsip dari kompleksometri yaitu pembentukan ion-ion kompleks dalam larutan [5].

Nilai standar kesadahan total untuk air umpan boiler adalah 5 mg/L. Apabila kesadahan total pada air umpan boiler lebih dari 5 mg/L maka akan menyebabkan terbentuknya kerak pada boiler yang disebabkan oleh adanya pengendapan. Jika pada boiler terdapat lapisan kerak yang tebal maka akan lebih sulit dalam pembersihannya. Pembersihan yang mudah dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia seperti larutan asam dan dilakukan dengan hati-hati agar boiler tidak mengalami kerusakan [2].

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pH dan kesadahan total pada air umpan boiler di PMKS PT. SISIRAU Aceh Tamiang, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. pH air umpan boiler tidak memenuhi standar.
2. Kesadahan total air umpan boiler sesuai dengan standar.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PMKS PT. SISIRAU Aceh Tamiang dan Universitas Samudra atas dukungan dan fasilitasnya dalam penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada tim pembimbing atas dikusinya yang bermanfaat.

Referensi

- [1] M. Azizah, H, Mira. "Analisis Kadar Amonia (NH₃) dalam Air Sungai Cileungsi". *Jurnal Nusa Sylva* 15(1), 47-54 (2015)
- [2] Z. Alfian. "Analisis pH dan Kesadahan Total pada Air Umpan Boiler Di Pabrik Kelapa Sawit PTP Nusantara II Padang Brahrang". *Jurnal Sains Kimia* 8(2), 53-55 (2004)
- [3] B. Parapak. "Desain Fire Tube Boiler Untuk Utilitas Pabrik Elemen Bakar Nuklir Tipe PWR 1000 Mwe". *Prima* 10(2), 20- 30 (2013)
- [4] Pesta Hutagaol, "Analisa pH Alkalinitas Pada Air Umpan Boiler dari Pabrik Kelapa Sawit Ajamu, Air Batu dan Pabatu yang di Laksanakan Di PT.Perkebunan Nusantara IV Medan. D-3 Kimia", Skripsi Sarjana, Universitas Negeri Medan, Indonesia, 2018, p. 45
- [5] Dian. W. A, Siti. F, Sawlenitami. A, "Analisis Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur di Padukuhan Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta". *Analytical and Environment Chemistry* 1(1), 69-73 (2016)
- [6] Irmadilla.P. S. D, Bayu. W, "Analisa Kesadahan Total, Logam Timbal (Pb), dan Kadium (Cd) dalam Air Sumur dengan Metode Titrasi Kompleksometri dan Spektrofotometri serapan Atom". *Indonesian Journal of Chemical Analysis* 2(1), 11-19 (2019)
- [7] Sulistiani, Sunarto, Annisa, F, "Uji Kesadahan Air Tanah di Daerah Sekitar Pantai Kecamatan Rembang Propinsi Jawa Tengah". *Jurnal Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta* 1(1), 33-39 (2012)