

PENGOLAHAN AIR TANAH DI WILAYAH BANGIL-PASURUAN MENJADI AIR MINUM DENGAN PROSES KLORINASI

GROUNDWATER TREATMENT IN BANGIL-PASURUAN AREA INTO DRINKING WATER WITH CHLORINATION PROCESS

Atiqotuzzumamah*, Nanik Astuti Rahman

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional,
Jl. Raya Karanglo KM 2 Karangploso, Kota Malang, 65145, Indonesia

Email: atiqoh.1106@gmail.com

Abstrak

Wilayah Bangil merupakan wilayah pesisir yang dikelilingi industri. Air tanah yang ada di Kecamatan Bangil memiliki kualitas kurang baik karena dipengaruhi keadaan disekitarnya. Salah satu parameter kualitas air tanah yang kurang baik yaitu nilai *Total Plate Count* (TPC) mencapai 151×10 koloni/ml dengan standart 1.0×10^2 koloni/ml. Nilai TPC mewakili jumlah koloni mikroorganisme yang ada di dalam air. Untuk menurunkan nilai TPC maka harus mendisinfeksi mikroorganisme yang ada di dalam air. Salah satu cara yang dapat digunakan yaitu proses klorinasi. Proses klorinasi dilakukan dengan menambahkan kaporit dengan variabel konsentrasi kaporit 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm dengan variabel waktu reaksi 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 50 menit. Output dari proses klorinasi akan dianalisa pH, TDS, TSS, kekeruhan, TPC, dan sisa Cl^- . Dari penelitian yang dilakukan, nilai TPC turun secara signifikan dan didapatkan variabel terbaik yaitu pada konsentrasi klorin 5 ppm dengan waktu reaksi 50 menit.

Kata kunci : Bangil, air tanah, nilai *Total Plate Count*, klorinasi

Abstract

Bangil area is a coastal area surrounded by industry. Groundwater in Bangil Sub-district have poor quality impacted by surrounding conditions. One of the parameters of poor groundwater quality is the total plate count (TPC) value which reaches 151×10 colonies/ml with a standart of 1.0×10^2 colonies/ml. TPC value represents the number of microorganism colonies in the water. To reduce TPC value, its necessary to disinfect the microorganism in the water. One method that can be used is the chlorination process. The chlorination process by adding kaporit with kaporit variables 3 ppm, 4 ppm, and 5 ppm with reaction time 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, 40 minutes, and 50 minutes. Output from chlorination prcess will be analyzed for pH, TDS, TSS, turbidity, TPC, and residual Cl^- . From the research, the TPC value decreased significantly and the best variable was obtained at a chlorine concentration of 5 ppm, with a reaction time of 50 minutes.

Keywords : Bangil, groundwater, Total Plate Count value, Chlorination

Pendahuluan

Bangil adalah sebuah kecamatan yang menjadi ibukota dan pusat ekonomi yang ada di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Bangil menjadi ujung paling utara Kabupaten Pasuruan yang berbatasan langsung dengan Selat Madura. Wilayah Kecamatan Bangil dikelilingi oleh kawasan industri seperti kawasan industri PIER yang terletak disebelah timur Kecamatan Bangil dan kawasan industri di Beji Pasuruan yang terletak disebelah barat Kecamatan Bangil.

Masyarakat di wilayah Kecamatan Bangil Kabupaten Pasuruan menggunakan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air baik untuk sanitasi maupun untuk dikonsumsi. Kebutuhan air di Kecamatan Bangil akan meningkat seiring bertambahnya penduduk di wilayah ini. Akan tetapi air tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi yang ada disekitarnya. Air tanah diwilayah Kecamatan Bangil Kabupaten Pasuruan dapat dikatakan kurang baik untuk

digunakan sebagai sumber air minum. Dalam waktu 2 hari, air tanah yang ada di wilayah Kecamatan Bangil akan menyebabkan Dinding berlendir dan berlumut, terdapat endapan berwarna kuning yang sebagian menempel di dinding serta akan menimbulkan kerak saat dilakukan pemanasan.

Air tanah yang menyebabkan dinding berlendir dan berlumut menunjukkan air tersebut memiliki jumlah mikroorganisme yang tinggi. Jumlah mikroorganisme di dalam air ditunjukkan dengan nilai *Total Plate Count* (TPC). Berikut hasil uji terhadap kualitas air tanah yang ada di wilayah Kecamatan Bangil:

Tabel 1. Kualitas Air Tanah Di Wilayah Kecamatan Bangil-Pasuruan

Parameter	Satuan	Hasil uji
pH		7.14
Turbidity	NTU	3.14
TSS	mg/L	550
TDS	mg/L	369
Fe	mg/L	1.8
Kesadahan Total	mg/L	321.6
TPC	Koloni/ml	151 x 10

Tabel 1 menunjukkan nilai *Total Plate Count* (TPC) yang sangat tinggi yaitu 151 x 10 koloni/ml. Untuk menghilangkan mikroorganisme di dalam air dapat dilakukan proses klorinasi dengan menambahkan klorin pada konsentrasi tertentu ke dalam air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi klorin dan waktu kontak dalam memperbaiki kualitas air tanah berdasarkan parameter derajat keasaman (pH), kekeruhan (*turbidity*), TSS (*total suspended solid*), TDS (*total dissolved solid*), TPC (*total plate count*), dan Cl bebas.

Teori

Air Tanah

Air tanah adalah semua air yang terdapat pada lapisan pengadung air (akifer) di bawah permukaan tanah, mengisi ruang pori batuan dan berada di bawah muka air tanah. Air tanah dapat dibedakan atas air tanah yang tertekan dan yang tidak tertekan. Air tanah tertekan atau lebih populer sebagai air tanah dalam (*groundwater*) disebut juga air artesis, yakni air pada lapisan pembawa yang terapat oleh dua lapisan kedap. Jika dilakukan pengeboran tanah dan menjumpai air tertekan, permukaan air itu dapat menyembur keluar. Yang dimaksud dengan air tanah yang tak tertekan atau air tanah bebas atau lebih populer di Masyarakat sebagai air tanah dangkal (*soil water*), ialah air tanah yang tidak terapat oleh lapisan penutup.[1]

Air Minum

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat Kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum digunakan untuk keperluan minum, masak, mencuci peralatan makan dan minum, mandi, mencuci bahan baku pangan yang akan dikonsumsi, peturasan dan ibadah. Standar baku mutu Kesehatan lingkungan media air minum dituangkan dalam parameter yang menjadi acuan air minum aman. Parameter yang dimaksud meliputi parameter fisik, parameter mikrobiologi, parameter kimia serta radioaktif. Dalam peraturan Menteri ini. Parameter dibagi menjadi tanggung jawab pemerintah daerah melalui kajian ilmiah.[2]

Tabel 2. Parameter Air Minum

No.	Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
1.	Total Plate Count (TPC)	1.0 x 10 ²	Koloni/ml	SNI 01-3553-2006
2.	Suhu	Suhu Udara ± 3	°C	Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023

No.	Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
3.	Total Disolved Solid (TDS)	<300	mg/L	Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023
4.	Kekeruhan	<3	NTU	Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023
5.	Derajat Keasaman (pH)	6.5-8.5	-	Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023
6.	Kesadahan	500	mg/L	Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010
7.	Fe	0.2	mg/L	Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023
8.	Sisa Cl ⁻	0.1	Mg/L	Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010

Klorinasi

Salah satu hal yang harus dilakukan pada sistem penyediaan air minum adalah desinfeksi serta control terhadap kualitas air minum. Desinfeksi yang paling banyak dilakukan di dunia adalah menggunakan klorin. Penemuan klorin dan pemakaiannya telah menyelamatkan jutaan manusia dari kematian karena sakit akibat air yang mengandung bakteri.[3]

Klorin di dalam air akan berubah menjadi asam hidroklorat. Zat ini akan dinetralsisir oleh sifat alkali air dan asam hidroklorat akan terurai menjadi ion hydrogen dan ion hipoklorit.

Reaksi Kimia :



Kemampuan klorin sebagai desinfektan terutama oleh asam hidroklorat (HOCl) dan sebagian kecil oleh ion hipoklorit (OCl⁻). Klorin dapat bekerja dengan baik sebagai desinfektan bila berada dalam air dengan pH kurang lebih 7, bila pH air lebih dari 8.5 maka 90% dari asam hipoklorat akan mengalami ionisasi menjadi ion hipoklorit sehingga khasiat desinfektan menjadi lemah atau berkurang.[4]

Menurut (Chandra, 2009), ada beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika melakukan klorinasi yaitu :

- Air harus jernih dan tidak keruh karena kekeruhan pada air akan menghambat proses klorinasi
- Kebutuhan klorin harus diperhitungkan secara seksama agar dapat digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik dan membunuh kuman pathogen serta tetap terdapat sisa klorin bebas dalam air.
- Tujuan klorinasi pada air adalah untuk mempertahankan sisa klorin sebesar 0.2 mg/L (nilai batas aman) di dalam air untuk membunuh kontaminasi kuman pathogen pada saat penyimpanan dan distribusi air.

Dosis klorin yang tepat adalah jumlah klorin dalam air yang dapat dipakai untuk membunuh kuman pathogen dan untuk mengoksidasi bahan organik serta tetap dapat menyisakan klorin bebas sebesar 0.2 mg/L di dalam air.[4]

Sebelum air bersih dialirkan ke pelanggan, air tersebut terlebih dahulu diberi desinfektan yaitu bahan untuk membunuh kuman pathogen dalam air. Sebagai bahan desinfektan digunakan kaporit dengan dosis rata-rata 2-5 mg/L.[5]

Klorinasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas air secara kimia yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas bakteriologisnya. Kaporit dipilih sebagai desinfektan dalam pengolahan limbah cair karena klor pada kaporit terutama HOCl umumnya sangat efektif untuk inaktivasi pathogen dan bakteri indikator. Penggunaan kaporit dengan dosis yang semakin meningkat akan menghasilkan residu klor yang tinggi pula.[6]

Proses klorinasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: konsentrasi, waktu kontak, mikroorganisme dan faktor lingkungan[7]. Menurut setiawan dkk, faktor-faktor yang mempengaruhi klorinasi adalah waktu kontak, jenis dan konsentrasi desinfektan, keadaan mikroorganisme, dan faktor lingkungan meliputi suhu, pH, kualitas air, pengolahan air[8].

Parameter Kualitas Air

- pH
Nilai pH atau tingkat keasaman pada air menyatakan jumlah ion H^+ yang terkandung dalam suatu sampel air. Standar ideal pH air berada pada kisaran 6-8. Pengukuran pH air dapat dilakukan dengan menggunakan alat pH meter dan kertas pH.[9]
- *Turbidity*
Tingkat kekeruhan air disebut turbiditas[10]. Turbiditas dapat diukur menggunakan turbidimeter yang mempunyai prinsip *absorption spectroscopy* dan yang diukur adalah absorpsi akibat partikel yang tercampur. Turbiditas juga dapat diukur menggunakan turbidimeter atau nephelometer yang mempunyai prinsip pada hamburan sinar dengan peletakan detector pada sudut 90° dari sumber sinar dan yang diukur adalah hamburan Cahaya.
- *Total Suspended Solid (TSS)*
Pemeriksaan nilai TSS pada sampel air dapat dilakukan dengan analisa secara gravimetri. Prinsip dari analisa ini adalah pengeringan residu hasil penyaringan sampel air pada oven dengan suhu $105^\circ C$ selama 1 jam. Hasil pengeringan ini dianggap sebagai nilai TSS yang dinyatakan dalam satuan mg/L.[11]
- *Total Dissolved Solid (TDS)*
Zat padat terlarut (dalam Bahasa Inggris disebut sebagai *Total Dissolved Solid* atau disingkat TDS) merupakan jumlah terlarut yang terkandung dalam sampel air. Zat terlarut ini dapat berupa ion atau senyawa dengan ukuran partikel 10^{-6} cm ke bawah.[12]
- *Total Plate Count (TPC)*
Parameter biologi merupakan parameter kualitas air yang ditinjau dari mikroorganisme yang ada di dalam air tersebut. Prinsip dasar analisa mikrobiologi adalah dengan menumbuhkan mikroba sampel air menggunakan media agar atau kaldu yang mengandung nutrient untuk pertumbuhan mikroba. Media kemudian dimasukkan kedalam oven pada suhu tertentu hingga beberapa waktu hingga diperoleh koloni bakteri yang muncul pada permukaan media agar di cawan petri.[13]
- Klorin Bebas
Klor bebas adalah hasil dari pembubuhan desinfektan berupa klorin yang merupakan salah satu proses dari pengolahan air minum. Pengujian parameter klor bebas dilakukan dengan metode titrasi iodometri dengan $Na_2S_2O_3$ sebagai titran dan amilum sebagai indikator warnanya.

Metodologi penelitian

Penelitian yang berjudul “PENGOLAHAN AIR TANAH DI WILAYAH BANGIL-PASURUAN MENJADI AIR MINUM DENGAN PROSES KLORINASI” dilakukan dalam 3 tahap. Tahap 1 yaitu analisa awal terhadap air tanah, Tahap 2 yaitu proses klorinasi, dan tahap 3 yaitu analisa output dari proses klorinasi.

Pada tahap 1, dilakukan pengambilan sample untuk selanjutnya dianalisa pH, *Turbidity*, TSS, TDS, TPC, dan sisa Cl^- . Setelah dilakukan analisa awal, maka air akan di proses pada tahap 2 yaitu proses klorinasi, Proses klorinasi dirancang dengan menggunakan variabel tetap dan variabel berubah. Dalam proses ini, variabel tetap yang digunakan yaitu volume air sebanyak 15 L. sementara itu, variabel berubah yang digunakan yaitu konsentrasi kaporit dan variabel waktu reaksi klorinasi. Variabel konsentrasi kaporit yang digunakan yaitu 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm. Setiap variabel konsentrasi kaporit akan di ambil sampel berdasarkan variabel waktu reaksi yaitu 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 50 menit. Setiap sampel yang diambil akan masuk ke tahap 3 yaitu analisa output dari proses klorinasi. Analisa output dari proses klorinasi meliputi analisa pH, *Turbidity*, TSS, TDS, TPC, dan sisa Cl^- .

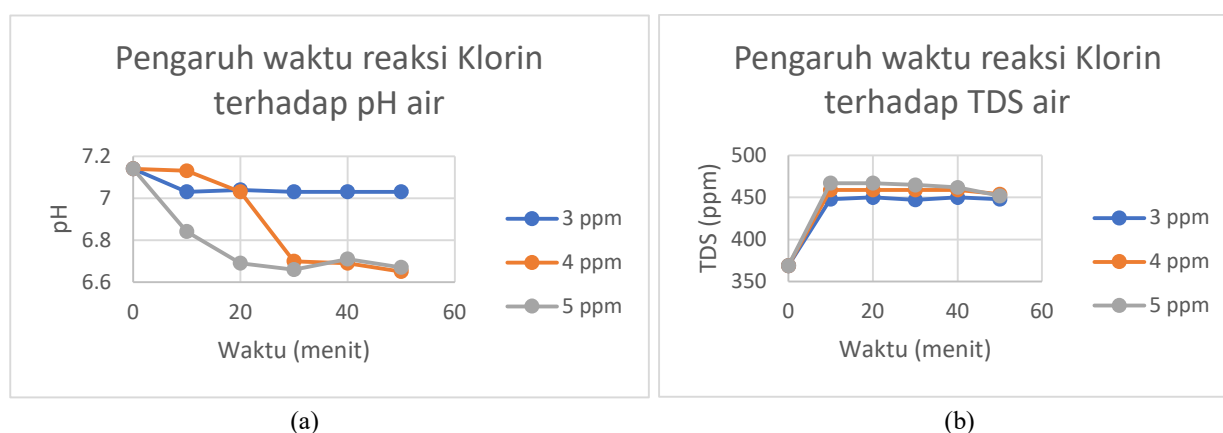
Dari proses dan analisa akan didapatkan data hasil kualitas air berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Setiap parameter selanjutnya di input dalam grafik untuk di analisis dengan melihat pola atau arah perubahan data. Pada hasil analisa proses klorinasi akan diambil sampel terbaik yang memiliki jumlah koloni bakteri yang paling sedikit dengan sisa klorin paling besar.

Hasil**Hasil Analisa****Tabel 3.** Tabel Pengaruh Penambahan Kaporit dan Waktu Reaksi Kaporit Terhadap Kualitas Air

No.	Konsentrasi Kaporit (ppm)	Waktu (menit)	Suhu (°C)	pH	TDS (ppm)	Turbidity (NTU)	TPC (koloni/ml)	TSS (ppm)	Sisa Cl- (ppm)
1	3	0		7.14	369	3.14	1510	550.0000	0.000
		10	31.9	7.03	448	1.54	8	0.0000	1.775
		20	32.6	7.04	450	2.02	300	0.0002	1.775
		30	32.4	7.03	447	2.06	8	0.0002	1.775
		40	32.3	7.03	450	2.12	8	0.0002	2.130
		50	31.5	7.03	448	2.11	8	0.0004	1.775
2	4	0		7.14	369	3.14	1510	550.0000	0.000
		10	30.5	7.13	459	1.71	11	0.0002	2.485
		20	30.5	7.03	459	1.59	12	0.0002	2.130
		30	30.5	6.70	459	1.46	9	0.0002	1.775
		40	30.5	6.69	459	1.21	13	0.0004	1.775
		50	30.7	6.65	454	1.23	13	0.0000	1.775
3	5	0		7.14	369	3.14	1510	550.0000	0.000
		10	30.3	6.84	467	1.03	4	0.0000	4.870
		20	31.2	6.69	467	0.99	0	0.0001	2.840
		30	31.5	6.66	465	1.03	5	0.0000	2.485
		40	31	6.71	462	1.03	1	0.0000	2.485
		50	31.4	6.67	452	1.06	3	0.0000	1.775

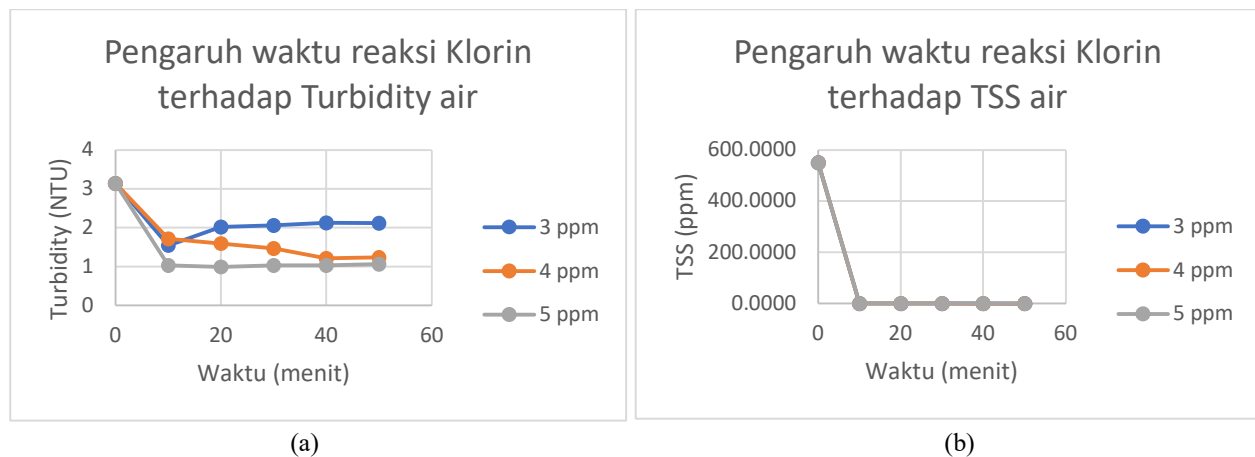
Pembahasan

Dari proses klorinasi yang dilakukan, terdapat pengaruh konsentrasi kaporit dan waktu reaksi klorinasi terhadap pH, TDS, Turbidity, TPC, TSS, dan sisa Cl⁻. Pengaruh konsentrasi kaporit dan waktu reaksi ditunjukkan grafik pada gambar 1(a), 1(b), 2(a), 2(b), 3(a), dan 3(b).

**Gambar 1.** Pengaruh Konsentrasi Kaporit dan Waktu Reaksi Terhadap (a) pH (b) TDS

Pada gambar 1(a) menunjukkan pengaruh konsentrasi kaporit terhadap pH. Pada konsentrasi kaporit 3 ppm pH turun dari 7.14 menjadi 7.03, pada konsentrasi kaporit 4 ppm pH turun dari 7.14 menjadi 6.65, dan pada konsentrasi kaporit 5 ppm pH turun dari 7.14 menjadi 6.67. Penurunan pH yang terjadi disebabkan karena pada reaksi yang terjadi terbentuk ion H^+ yang menyebabkan pH air menjadi asam. Dari grafik terlihat penurunan paling cepat yaitu pada konsentrasi 5 ppm. Semakin banyak konsentrasi klorin yang dimasukkan, maka secara perhitungan akan menghasilkan ion H^+ yang semakin banyak sehingga akan menyebabkan pH air semakin turun.

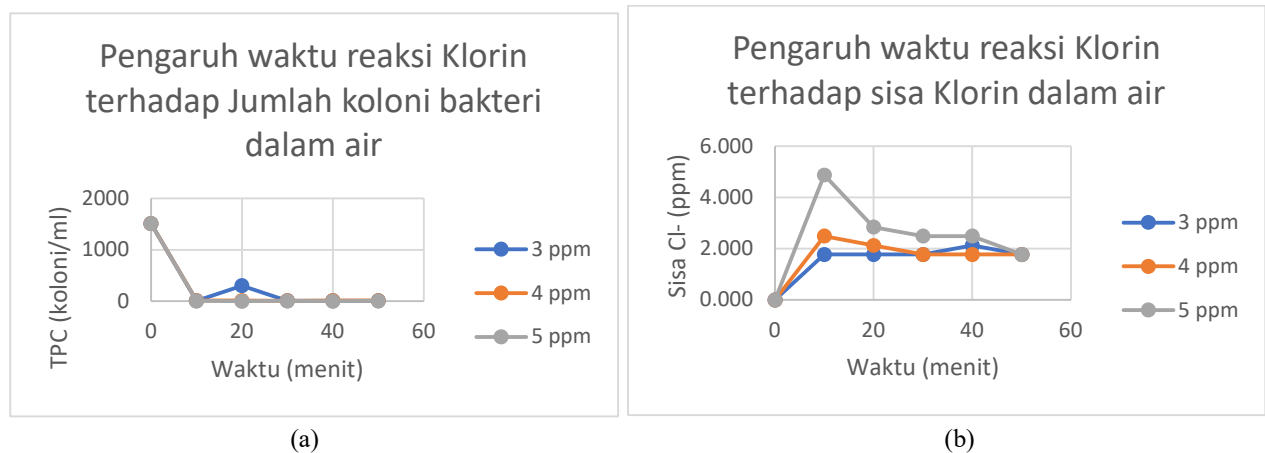
Pada gambar 1 (b) menunjukkan pengaruh konsentrasi kaporit terhadap *Total Dissolved Solid* (TDS). Pada konsentrasi kaporit 3 ppm TDS naik dari 369 mg/L menjadi 450 mg/L, pada konsentrasi kaporit 4 ppm TDS naik dari 369 mg/L menjadi 459 mg/L, dan pada konsentrasi kaporit 5 ppm TDS naik dari 369 mg/L menjadi 467 mg/L. Naiknya TDS disebabkan saat adanya penambahan kaporit akan terjadi reaksi dan terbentuk senyawa baru. Senyawa yang terbentuk dari penambahan klorin ini diantaranya yaitu HCl, HOCl. Senyawa HCl terdiri dari ion H^+ dan Cl^- . Senyawa HOCl akan terurai menjadi H^+ dan OCl^- . Ion yang terbentuk akan menambah jumlah TDS yang ada di dalam air. Semakin tinggi konsentrasi kaporit yang ditambahkan maka konsentrasi klorin akan semakin bertambah. Semakin bertambahnya konsentrasi klorin maka akan menghasilkan jumlah senyawa HCl dan HOCl yang semakin tinggi pula. Semakin tinggi HCl dan HOCl yang dihasilkan maka TDS akan semakin naik. Sehingga, semakin tinggi kaporit maka akan semakin tinggi TDS air.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Kaporit dan Waktu Reaksi Terhadap(a) *Turbidity* (b) *TSS*

Pada gambar 2(a) menunjukkan pengaruh konsentrasi kaporit dan waktu reaksi terhadap *turbidity*. Pada konsentrasi kaporit 3 ppm *turbidity* turun dari 3.14 NTU menjadi 1.54 NTU, pada konsentrasi kaporit 4 ppm *turbidity* turun dari 3.14 NTU menjadi 1.21 NTU, dan pada konsentrasi kaporit 5 ppm *turbidity* turun dari 3.14 NTU menjadi 0.99 NTU. Penurunan tingkat kekeruhan (*turbidity*) pada proses klorinasi disebabkan oleh klorin yang memiliki salah satu kegunaan yang dapat membantu proses koagulasi. Sehingga dengan adanya penambahan klorin maka dapat membantu terbentuknya flok dari *total suspended solid* (TSS) yang selanjutnya akan mengendap. Terjadinya proses koagulasi akan menyebabkan *total suspended solid* akan turun sehingga tingkat kekeruhan (*turbidity*) juga akan turun.

Pada gambar 2(b) menunjukkan pengaruh konsentrasi kaporit dan waktu reaksi terhadap *Total Suspended Solid* (TSS). Pada konsentrasi kaporit 3 ppm TSS turun dari 550 ppm menjadi 0.0004 ppm, pada konsentrasi kaporit 4 ppm TSS turun dari 550 ppm menjadi 0.0000 ppm. Pada konsentrasi kaporit 5 ppm TSS turun dari 550 ppm menjadi 0.0000 ppm. Penurunan ini disebabkan klorin di dalam kaporit memiliki salah satu fungsi untuk membantu proses koagulasi. Pada proses ini *Total Suspended solid* (TSS) akan membentuk flok-flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap. Apabila *Total Suspended solid* (TSS) telah mengendap, maka saat dilakukan analisa *Total Suspended solid* (TSS) akan turun konsentrasinya.



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Kaporit dan Waktu Reaksi Terhadap (a) TPC (b) Sisa Cl^-

Pada gambar 3(a) menunjukkan pengaruh konsentrasi kaporit dan waktu reaksi terhadap *Total Plate Count* (TPC). Pada konsentrasi kaporit 3 ppm TPC turun dari 1510 koloni/ml menjadi 8 koloni/ml, pada konsentrasi kaporit 4 ppm TPC turun dari 1510 koloni/ml menjadi 13 koloni/ml. Pada konsentrasi kaporit 5 ppm TPC turun dari 1510 koloni/ml menjadi 4 koloni/ml. Penurunan TPC yang sangat signifikan di dalam air baik pada penambahan kaporit 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm disebabkan adanya proses klorinasi. Pada proses klorinasi ini, klorin (Cl_2) di dalam kaporit akan bereaksi dengan air dan membentuk asam hipoklorat (HOCl) dan sebagian kecil hipoklorit. Asam hipoklorat (HOCl) ini yang berfungsi sebagai desinfektan untuk membunuh mikroorganisme.

Pada gambar 3(b) menunjukkan pengaruh konsentrasi kaporit terhadap sisa klorin (Cl^-) di dalam air. Pada grafik tersebut terlihat jumlah klorin bebas pada awalnya naik kemudian turun kembali. Naiknya klor bebas pada awalnya disebabkan klorin yang ada di dalam kaporit akan bereaksi dengan air dan membentuk asam hipoklorat (HOCl). Pada awal reaksi, belum semua asam hipoklorat (HOCl) yang terbentuk bereaksi membunuh mikroorganisme, sehingga nilai klor bebas menjadi tinggi. Semakin lama, asam hipoklorat (HOCl) yang terbentuk akan semakin banyak yang bereaksi membunuh mikroorganisme sehingga jumlahnya klor akan semakin berkurang. Saat sudah tidak ada lagi mikroorganisme di dalam air, maka nilai klor bebas akan konstan atau tetap.

Kesimpulan

Pengaruh proses klorinasi terhadap kualitas air yaitu :

1. Semakin tinggi konsentrasi klorin dan semakin lama waktu reaksi klorinasi maka derajat keasaman (pH) akan semakin rendah.
2. Semakin tinggi konsentrasi klorin maka akan semakin rendah kekeruhan (*Turbidity*) air.
3. Semakin tinggi konsentrasi klorin maka akan semakin rendah TSS (*Total Suspended Solid*).
4. Semakin tinggi konsentrasi klorin maka akan semakin tinggi TDS (*Total Dissolved solid*), dan semakin lama waktu reaksi maka TDS (*Total Dissolved solid*) akan semakin turun.
5. Semakin tinggi konsentrasi klorin maka akan semakin rendah TPC (*Total Plate Count*).
6. Semakin tinggi konsentrasi klorin maka akan semakin tinggi sisa klorin (Cl bebas), dan semakin lama waktu reaksi maka sisa klorin (Cl bebas) akan berkurang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Institut Teknologi Malang dan Ibu Dr. Nanik Asturi Rahman, S.T.,M.T. selaku pembimbing dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] P. Rejekiingrum, "Peluang Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air," 2009.
- [2] T. Lembaran, T. Lembaran, T. Lembaran, and T. Lembaran, "BERITA NEGARA," no. 55, 2023.

- [3] R Triarmadja, *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2019.
- [4] B. Chandra, *Ilmu Kedokteran Pencegahan & Kamunitas*. EGC, 2009.
- [5] A. Fisik, B. B. Kimia, and Z. Terlarut, “BAB III.”
- [6] M. Busyairi, Y. P. Dewi, and D. I. Widodo, ““The Effectiveness of Calcium Hypochlorite to Chlorination Process in Decreasing the Amount of Coliform Bacteria in the Wastewater of X Hospital, Samarinda,”” *J.Manusia Dan Lingkung.*, vol. 23, no. 2, pp. 156–162, 2019.
- [7] D. R. Sari, “Faktor-faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klorin pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan,” *Skripsi*, pp. 4–5, 2018.
- [8] Anam and Haerul, “Pengaruh Lama Penyimpanan Air Terhadap Sisa Klor pada Air Distribusi PDAM Giri Menang Mataram,” *J. Kesehat. mataram*, vol. 53, no. 9, pp. 95–104, 2018.
- [9] D. Handi Maika Saputra, *Analisis Kualitas Lingkungan*, 1st ed. Padang: Get Press Indonesia, 2023.
- [10] D. S. Pramesti and S. I. Puspikawati, “Analisis Uji Kekeruhan Air Minum Dalam Kemasan yang Beredar Di Kabupaten Banyuwangi,” *Prev. J. Kesehat. Masy.*, vol. 11, no. 2, pp. 75–85, 2020.
- [11] N. W. Agustina, “Kadar Zat Padat Tersuspensi (TSS), Zat Padat Terlarut (TDS) dan Kesadahan Pada Air Sumur Resapan Tadah Hujan Di Desa Kayulemah Kecamatan Sumberrejo Kabupaten Bojonegoro,” *Sekol. Tinggi Ilmu Kesehat. Insa. Cendekia Med.*, 2021.
- [12] E. I. T. Nadeak, “Analisa Kadar Total Dissolved Solid (TDS), Derajat Keasaman (pH), dan Turbiditas Terhadap Air, Sumur, Air Bor, Air PDAM Sebelum Dan Sesudah Proses Pemanasan,” 2020.
- [13] Uno Sheva Matlubah, “Uji Bakteri Coliform dan Escherichia Coli Pada Sampel Air Minum Menggunakan Metode Filtrasi dan Total Plate Count (TPC),” *J. Kesehat. Ilm. Indones.*, vol. 9, 2024, doi: <https://doi.org/10.51933/health.v9i2>.