BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan analisis penurunan kadar nitrat dalam sampel air kolam tambak udang dengan metode elekrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium, dimana sampel air kolam tambak udang berasal dari Pantai Kuwaru Bantul. Pengambilan sampel air kolam tambak udang dilakukan dengan mengambil di lima titik yang berbeda kemudian sampel dihomogenkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil karakterisasi kandungan unsur elektroda aluminium yang digunakan, mengetahui penurunan kadar nitrat pada air kolam tambak udang dari pengaruh variasi tegangan, pengaruh variasi waktu dan pengaruh variasi waktu pendiaman, mengetahui senyawa yang terkandung pada endapan (flok) serta mengetahui keefektivitas metode elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar nitrat pada air kolam tambak udang.

Nitrat merupakan suatu senyawa nitrogen yang mempunyai sifat stabil. Nitrat dapat berasal melalui sisa pakan, sisa metabolisme, proses penguraian, dekomposisi tumbuhan, sisa-sisa organisme mati yang terurai oleh bakteri menjadi zat hara. Nitrat sangat berperan penting dalam perairan, sehingga menjadi salah satu parameter untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan suatu kolam.

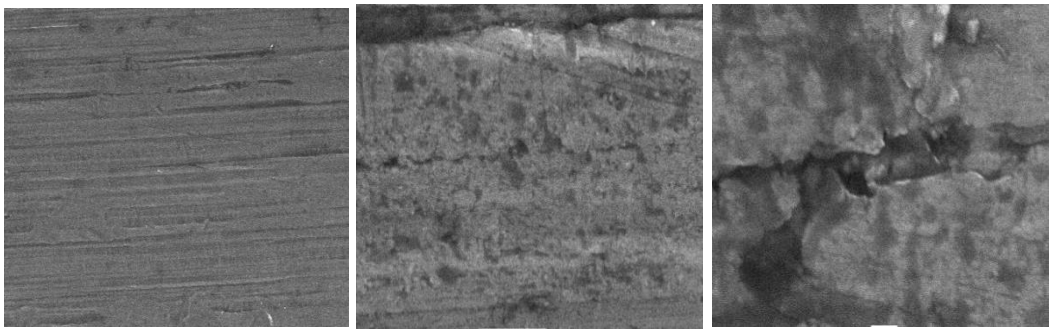
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar nitrat yaitu elektrolisis. Metode elektrolisis merupakan suatu metode sederhana, cepat, tidak memerlukan bahan pengoksidasi dan katalis serta efisiensi yang tinggi. Penggunaan elektrolisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu elektrokoagulasi dengan sistem batch. Elektrokoagulasi dengan sistem batch merupakan proses yang tanpa aliran. Proses ini sederhana, memiliki efisien yang tinggi dalam kontaminan, biaya rendah dan dapat menghilangkan banyak polutan dan lebih ramah lingkungan. Dalam proses elektrokoagulasi, peneliti menggunakan elektroda aluminium sebagai penghantar listrik. Penggunaan elektroda aluminium dikarenakan mempunyai sifat yang sangat reaktif sehingga mudah teroksidasi, lebih efektif, mudah didapat, memiliki daya hantar listrik yang baik dan dapat

digunakan kembali. Sebelum melakukan analisis dengan metode elektrokoagulasi terlebih dahulu dilakukan preparasi elektroda aluminium dengan cara merendam dan membilas dengan aquabides. Preparasi ini bertujuan untuk membersihkan permukaan elektroda dari logam atau oksida logam yang menutupi sisi aktif dari elektroda (pengotor-pengotor yang menempel pada permukaan elektroda). Apabila sisi aktif dari elektroda baik, maka dapat meningkatkan efisiensi proses yang dilakukan. Kemudian elektroda dikeringkan dan siap digunakan untuk elektrokoagulasi.

Proses elektrokoagulasi menggunakan 100 mL sampel air kolam tambak udang yang dilakukan pada setiap variasi. Variasi yang digunakan yaitu varisi tegangan (3, 5, 7, 9 dan 11 V), variasi waktu (15, 30, 45, 60 dan 75 menit) dan variasi waktu pendiaman (1, 2, 3, 4 dan 5 jam). Setelah dilakukan proses elektrokoagulasi dari beberapa variasi yang berupa larutan, dilanjutkan analisis dengan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui penurunan kadar nitrat.

5.1 Penentuan Kadar Unsur pada Elektroda Aluminium

Pada penelitian ini, elektroda plat aluminium dianalisis menggunakan *Scanning Electron Microscope-Electron Dispersive Spectrometer* (SEM-EDS) untuk mengetahui struktur morfologi dan kandungan unsur di dalamnya secara kualitatif dan kuantitatif.



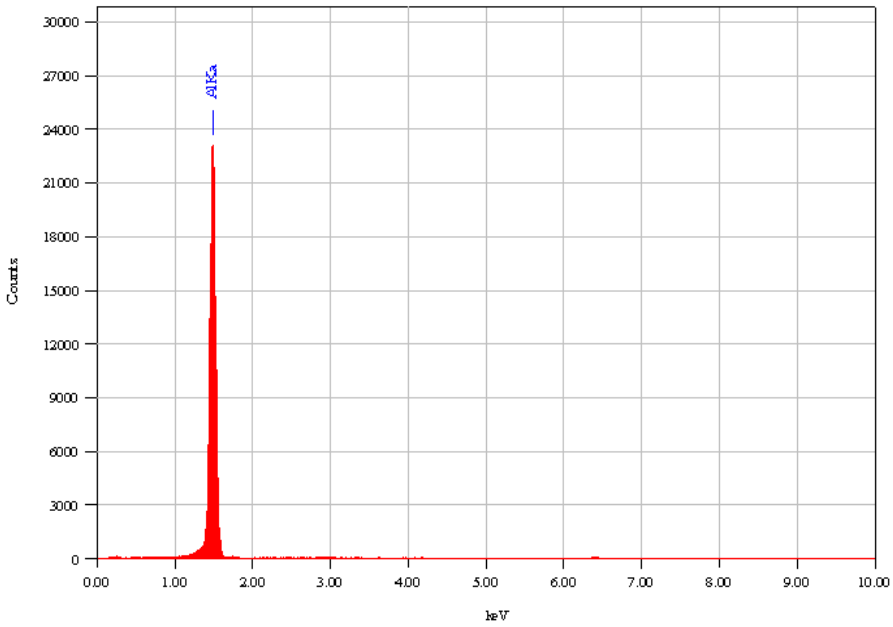
(a) (b) (c)

Gambar 5.1 Struktur Morfologi Eektroda Aluminium (a) Perbesaran 500 kali, (b) Perbesaran 5.000 kali dan (c) Perbesaran 10.000 kali

Pada Gambar 5.1 menunjukkan struktur morfologi dari elektroda aluminium hasil analisis menggunakan *scanning electron microscope* (SEM). Gambar 5.1a menunjukkan struktur morfologi dari elektroda aluminium pada

perbesaran 500 kali. Pada perbesaran 500 kali terlihat permukaan yang halus berserat, datar dan tidak terdapatnya pori-pori. Gambar 5.1b menunjukkan struktur morfologi dari elektroda aluminium pada perbesaran 5.000 kali. Pada perbesaran 5.000 kali ini terlihat permukaan yang tidak halus dan terlihat adanya sedikit pori-pori. Sedangkan pada Gambar 5.1c menunjukkan struktur morfologi dari elektroda aluminium pada perbesaran 10.000 kali. Pada perbesaran 10.000 kali terlihat permukaan yang lebih kasar karena berdasarkan kandungannya elektroda ini merupakan aluminium oksida.

Pada analisis kandungan unsur elektroda aluminium secara kualitatif dan kuantitatif dilakukan dengan menggukanan *electron dispersive spectrometer* (EDS). Hasil analisis yang diperoleh berupa spektrum yang ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Spektrum Electron Dispersive Spectrometer Elektroda Aluminium

Pada Gambar 5.2 menunjukkan suatu puncak unsur yang terkandung pada elektroda aluminium secara kualitatif, bahwa di dalam elektroda terdapat unsur Aluminium (Al) dan Oksigen (O). Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa elektroda aluminium terdiri dari Al_2O_3. Secara kuantitatif, persentase massa unsur aluminium dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kandungan Unsur pada Elektroda Aluminium

Nama Unsur	Simbol	Nomor Atom	Massa (%)
Aluminium	Al	13	52,93
Oksigen	O	8	47,07

Pada Tabel 5.1 menunjukkan bahwa pada elektroda aluminium yang digunakan mempunyai komposisi unsur meliputi unsur Al (aluminium) dan O (oksigen) dengan massa (%) sebesar 52,93% dan 47,07%. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa kandungan unsur pada elektroda aluminium adalah aluminium 52,93%, meskipun terdapat kandungan oksigen, keberadaan oksigen hanya bersifat sementara hal ini dikarenakan logam aluminium tidak dapat berdiri sendiri melainkan harus mengikat unsur lain.

5.2 Pengaruh tegangan terhadap hasil penurunan kadar nitrat

Proses elektrokoagulasi dengan variasi tegangan dilakukan pada 3 V, 5 V, 7 V, 9 V dan 11 V, menggunakan volume sampel air tambak udang 100 mL, waktu reaksi selama 30 menit dan lempeng aluminium berukuran 2 cm x 8 cm dengan kedalaman elektroda 3 cm dan jarak elektroda 2 cm. Variasi tegangan dilakukan untuk mengetahui tegangan listrik yang paling maksimal untuk proses elektrokoagulasi selanjutnya. Dari hasil proses elektrokoagulasi dapat dilihat perubahan warna, bau, flok yang terbentuk, bentuk elektroda dan volume akhir sampel dari sebelum ditreatment dan setelah ditreatment. Perubahan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengamatan Elektrokoagulasi Sebelum dan Setelah Treatment pada Variasi Tegangan selama 30 menit

Variasi Tegangan (Volt)	Sebelum Treatment			Setelah Treatment			
	Warna	Bau	Volume awal	Warna	Bau	Flok	Volume akhir
3	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu	83 mL
5	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu (+)	82 mL
7	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu (+)	78 mL
9	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu (++)	60 mL
11	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu (++)	58 mL

Keterangan: (+) : semakin gelap

Berdasarkan Tabel 5.2 dapat dilihat hasil pengamatan proses elektrokoagulasi sebelum dan setelah ditreatment. Pada perlakuan tegangan 3, 5, 7, 9 dan 11 V warna sampel sebelum ditreatment berwarna kuning kehijauan, kemudian ketika proses elektrokoagulasi berlangsung sampel berubah menjadi warna putih keruh pada tegangan 3 V, abu-abu pada tegangan 5 V, pada tegangan 7 V berwarna abu-abu lebih gelap dari tegangan 5 V, pada tegangan 9 V berwarna abu-abu lebih gelap dari tegangan 7 V, pada tegangan 11 V berwarna abu-abu lebih gelap dan setelah proses elektrokoagulasi selesai sampel yang berada dalam gelas beaker disaring untuk memisahkan filtrat dan endapan nya.

Filtrat yang diperoleh berubah menjadi bening. Perubahan warna menjadi bening disebabkan adanya proses adsorbsi, dimana substansi molekul meninggalkan larutan sampel dan bergabung pada permukaan zat padat aluminium (koagulan) dari proses elektrokoagulasi. Berikut hasil setelah proses elektrokoagulasi dan setelah disaring ditunjukkan pada Gambar 5.3.

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Gambar 5.3 Hasil Elektrokoagulasi Variasi Tegangan selama 30 menit (a) Sampel murni (b) Sampel setelah disaring pada tegangan 3 V (c) Sampel setelah disaring pada tegangan 5 V (d) Sampel setelah disaring pada tegangan 7 V (e) Sampel setelah disaring pada tegangan 9 V dan (f) Sampel setelah disaring pada tegangan 11 V

Gambar 5.3 menunjukkan hasil elektrokoagulasi variasi tegangan selama 30 menit. Gambar 5.3a menunjukkan sampel murni tanpa diberi perlakuan dengan volume sampel awal 100 mL. Gambar 5.3b menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan setelah disaring pada tegangan 3 V. Pada tegangan 3 V diperoleh volume akhir sebanyak 83 mL. Gambar 5.3c menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan setelah disaring pada tegangan 5 V. Pada tegangan 5 V diperoleh volume akhir sebanyak 82 mL. Gambar 5.3d menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan setelah disaring pada tegangan 7 V. Pada tegangan 7 V diperoleh volume akhir sebanyak 78 mL. Gambar 5.3e menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan setelah proses penyaringan pada tegangan 9 V. Pada tegangan 9 V diperoleh volume akhir sebanyak 60 mL. Gambar 5.3f menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan setelah penyaringan pada tegangan 11 V. Pada tegangan 11 V diperoleh volume akhir sebanyak 58 mL.

Selain perubahan warna, bau dari sampel juga mengalami perubahan yaitu dari yang berbau amis sebelum ditreatment menjadi tidak berbau setalah di treatment. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium dapat menghilangkan bau dan menjernihkan air. Dari proses elektrokoagulasi, diperoleh endapan dari hasil saringan yang disebut flok. Berdasarkan hasil analisis, semakin besar tegangan yang diberikan pada saat elektrokoagulasi, endapan yang dihasilkan akan semakin banyak, semakin berwarna abu-abu gelap dan tekstur endapan semakin kental. Warna abu-abu yang dihasilkan merupakan pengaruh dari elektroda aluminium yang berwarna abu-abu. Selama berlangsungnya proses elektrokoagulasi, elektroda juga mengalami perubahan dari bentuk awal. Perubahan dapat dilihat pada Gambar 5.4.

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Gambar 5.4 Penampakan Elektroda Aluminium Sebelum dan Setelah Digunakan Pada Variasi Tegangan selama 30 menit (a) Sebelum digunakan (b) Setelah digunakan pada tegangan 3 V (c) Setelah digunakan pada tegangan 5 V (d) Setelah digunakan pada tegangan 7 V (e) Setelah digunakan pada tegangan 9 V dan (f) Setelah digunakan pada tegangan 11 V

Pada Gambar 5.4 terlihat perbedaan antara elektroda aluminium sebelum dan sesudah digunakan dalam proses elektrokoagulasi. Gambar 5.4a merupakan elektroda aluminium yang belum digunakan. Gambar 5.4b merupakan elektroda aluminium yang sudah digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 30 menit pada tegangan 3 V. Gambar 5.4c merupakan elektroda aluminium yang sudah digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 30 menit pada tegangan 5 V. Gambar 5.4d merupakan elektroda aluminium yang sudah digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 30 menit pada tegangan 7 V. Gambar 5.4e merupakan elektroda aluminium yang sudah digunakan untuk proses

elektrokoagulasi selama 30 menit pada tegangan 9 V dan Gambar 5.4f merupakan elektroda aluminium yang sudah digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 30 menit pada tegangan 11 V. Perubahan pada permukaan elektroda yang berada dikatoda terlihat berwarna putih merata, hal ini dikarenakan tidak terjadinya pelepasan ion Al^{3+} dari dalam elektroda sedangkan elektroda yang berada dianoda berwarna abu-abu kehitaman dan terjadi pengeroposan karena telah teroksidasi antara elektroda dengan sampel yang akan membentuk $Al(OH)_3$ yang disebut sebagai flokulan. Pada Gambar 5.4 juga dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang diberikan pada proses elektrokoagulasi, maka semakin banyak elektroda yang mengalami pengeroposan (habis). Reaksi yang terjadi ketika proses elektrokoagulasi berlangsung yaitu:

Katoda : $2H_2O + 2e \longrightarrow H_2 + 2OH^-$ x3

Anoda : $Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e$ x2

Katoda : $6H_2O + 6e \longrightarrow 3H_2 + 6OH^-$

Anoda : $2Al \longrightarrow 2Al^{3+} + 6e$

$$2Al + 6H_2O \longrightarrow 2Al^{3+} + 3H_2 + 6OH^-$$

$$2Al + 6H_2O \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2$$

Pelepasan gas hidrogen pada reaksi tersebut dalam bentuk gelembung-gelembung kecil akan membantu pencampuran dan pembentukan flok. Flok yang dihasilkan oleh gas hidrogen akan diflotasikan kepermukaan reaktor. Flok-flok tersebut lama kelamaan akan membentuk agregat sehingga mampu menyerap nitrat. Ketika elektroda aluminium digunakan sebagai katoda dan anoda, aluminium dapat mengurangi nitrat menjadi nitrit, amonia dan gas nitrogen, reaksi yang terjadi sebagai berikut:

$$3NO_3^- + 2Al + 3H_2O \rightarrow 3NO_2^- + 2Al(OH)_{3(s)}$$

$$NO_2^- + 2Al + 5H_2O \rightarrow 3NH_3 + 2Al(OH)_{3(s)} + OH^-$$

$$2NO_2^- + 2Al + 4H_2O \rightarrow N_{2(g)} + 2Al(OH)_{3(s)} + 2OH^-$$

$$3NO_3^- + 6Al + 12H_2O \rightarrow NH_3 + N_{2(g)} + 6Al(OH)_{3(s)} + 3OH^-$$

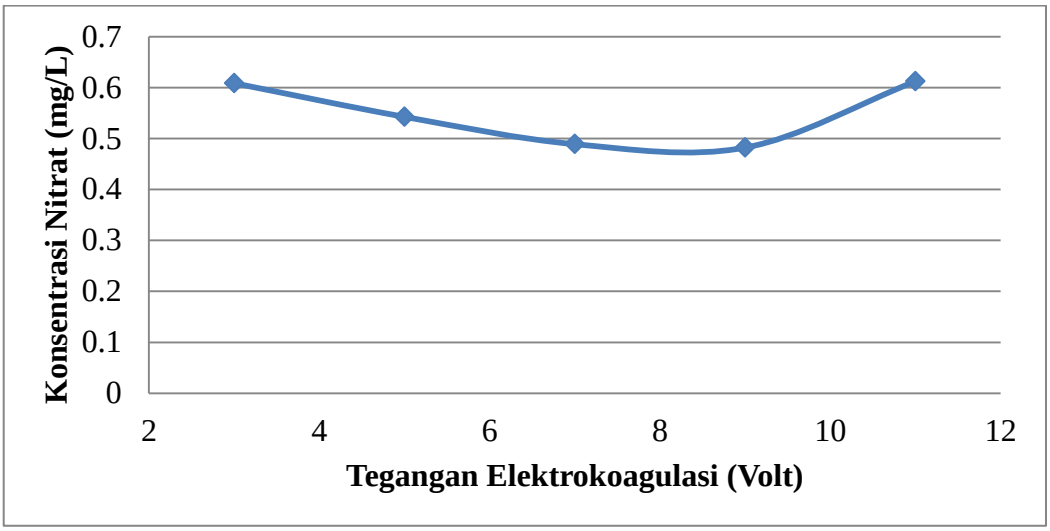
Filtrat atau efluen yang telah diperoleh dari proses elektrokoagulasi kemudian dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yang bertujuan untuk mengetahui kadar nitrat yang terkandung pada air tambak udang. Panjang

gelombang yang digunakan dalam analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk kadar nitrat yaitu 220 nm dan 275 nm. Penggunaan dua panjang gelombang yang berbeda karena pada panjang gelombang 220 nm yang terserap senyawa nitrat dan senyawa organik lain sedangkan pada panjang gelombang 275 nm yang terdeteksi hanya senyawa organik saja. Sehingga untuk mendapatkan absorbansi nitrat murni dilakukan pengurangan pada kedua panjang gelombang tersebut. Dari hasil analisis diperoleh hasil pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Pengaruh tegangan terhadap penurunan kadar nitrat

Tegangan (Volt)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Penurunan Kadar Nitrat (%)
Sampel	**0,455**	**1,7803**	
3	**0,177**	**0,6087**	**65,80**
5	**0,161**	**0,5428**	**69,51**
7	**0,149**	**0,4891**	**72,52**
9	**0,147**	**0,4823**	**72,90**
11	**0,178**	**0,6123**	**65,60**

Tabel 5.3 menunjukkan adanya pengaruh tegangan listrik terhadap efektifitas proses elektrokoagulasi untuk penurunan kadar nirat. Semakin besar tegangan listrik yang digunakan maka arus yang mengalir akan semakin besar. Sehingga dengan besarnya arus yang mengalir flok yang terbentuk akan semakin banyak dan penurunan kadar semakin besar. Dari data analisis didapatkan grafik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Pengaruh Tegangan terhadap Penurunan Kadar Nitrat

Berdasarkan Tabel 5.3 dapat dilihat hasil analisis nitrat pada sampel air kolam tambak udang mengandung sebesar 1,7803 mg/L. Setelah dilakukan elektrokoagulasi dengan variasi tegangan (potensial) selama 30 menit, semakin besar tegangan yang diberikan maka absorbansi dan konsentrasi menurun.

Kadar nitrat yang berada pada air kolam tambak udang mengalami penurunan pada tegangan 3 V, 5 V, 7 V dan 9 V. Persen penurunan kadar nitrat pada 3 V sebesar 65,80%, 5 V sebesar 69,51%, 7 V sebesar 72,52% dan 9 V sebesar 72,90%. Penurunan ini menunjukkan bahwa pada proses elektrolisis terjadi koagulasi dalam sampel air tambak udang dan terbentuk flok yang akan mengendap, sehingga kadar dari polutan dalam sampel air semakin berkurang. Pada saat tegangan dinaikkan maka jumlah partikel-partikel ion akan semakin besar sehingga menyebabkan arus yang mengalir semakin besar.

Namun pada tegangan 11 V mengalami sedikit peningkatan dari tegangan 9 V, hal ini kemungkinan disebabkan oleh Al^{3+} mengendap pada elektroda (anoda dan katoda) atau mengendap bersama flok $Al(OH)_3$, karena dalam larutan terdapat OH^- yang belum teroksidasi di anoda. Dan kemungkinan lain diprediksi karena semakin besar tegangan yang diberikan sehingga proses oksidasi yang terjadi pada anoda akan semakin kuat dan besar kemungkinan permukaan elektroda (anoda) teroksidasi dengan kuat. Hal ini membuktikan bahwa metode elektrokoagulasi tidak baik jika menggunakan tegangan yang terlalu tinggi. Berdasarkan data grafik diperoleh tegangan optimum pada proses elektrolisis terhadap penurunan kadar nitrat yaitu 9 Volt pada absorbansi dan konsentrasi dalam larutan yang paling rendah.

5.3 Pengaruh waktu terhadap hasil penurunan kadar nitrat

Proses elektrolisis dengan variasi waktu dilakukan mulai dari 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit dan 75 menit menggunakan tegangan optimum 9 V. Volume sampel air tambak udang 100 mL, dan lempeng aluminium berukuran 2 cm x 8 cm dengan kedalaman elektroda 3 cm dan jarak elektroda 2 cm. Variasi waktu dilakukan untuk mengetahui waktu yang paling maksimal untuk proses elektrolisis selanjutnya. Dari hasil proses elektrolisis dapat dilihat perubahan

warna, bau, flok yang terbentuk, bentuk elektroda dan volume akhir sampel dari sebelum di treatment dan setelah di treatment. Perubahan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Pengamatan Elektrokoagulasi Sebelum dan Setelah Treatment pada Variasi Waktu dengan Tegangan 9 V

Variasi Waktu (menit)	Sebelum Treatment			Setelah Treatment			
	Warna	Bau	Volume awal	Warna	Bau	Flok	Volume akhir
15	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Sedikit amis	Putih keabu-abuan	78 mL
30	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Sedikit amis	Abu-abu kebiruan	67 mL
45	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu kebiruan	58 mL
60	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu kebiruan	60 mL
75	Kuning kehijauan	Amis	100 mL	Bening	Tidak berbau	Abu-abu kebiruan	58 mL

Berdasarkan Tabel 5.4 dapat dilihat hasil pengamatan proses elektrokoagulasi sebelum dan setelah ditreatment. Pada waktu 15 dan 30 menit warna sampel sebelum ditreatment berwarna kuning kehijauan. Setelah proses elektrokoagulasi selesai dan disaring, sampel mengalami perubahan warna menjadi bening. Pada waktu 45, 60 dan 75 menit juga mengalami perubahan warna sampel dari kuning muda menjadi bening. Perubahan warna menjadi bening disebabkan adanya proses adsorbsi, dimana substansi molekul meninggalkan larutan sampel dan bergabung pada permukaan zat padat aluminium (koagulan) dari proses elektrokoagulasi. Berikut hasil setelah proses elektrokoagulasi dan disaring ditunjukkan pada Gambar 5.6.

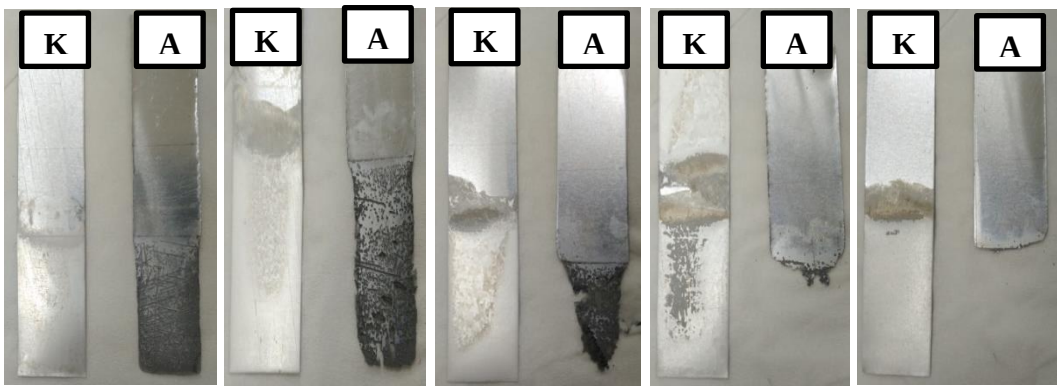
(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Gambar 5.6 Hasil Elektrokoagulasi Variasi Waktu pada Tegangan 9 V (a) Sampel murni (b) Sampel setelah disaring pada waktu 15 menit (c) Sampel setelah disaring pada waktu 30 menit (d) Sampel setelah disaring pada waktu 45 menit (e) Sampel setelah disaring pada waktu 60 menit dan (f) Sampel setelah disaring pada waktu 75 menit

Gambar 5.6 menunjukkan hasil elektrokoagulasi variasi waktu pada tegangan 9 V. Gambar 5.6a menunjukkan sampel murni tanpa diberi perlakuan dengan volume sampel awal 100 mL. Gambar 5.6b menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan disaring pada waktu 15 menit. Pada 15 menit diperoleh volume akhir sebanyak 78 mL. Gambar 5.6c menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan disaring pada waktu 30 menit. Pada waktu 30 menit diperoleh volume akhir sebanyak 67 mL. Gambar 5.6d menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan disaring pada waktu 45 menit. Pada waktu 45 menit diperoleh volume akhir sebanyak 58 mL. Gambar 5.6e menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan disaring pada waktu 60 menit. Pada waktu 60 menit diperoleh volume akhir sebanyak 60 mL. Gambar 5.6f menunjukkan sampel setelah proses elektrokoagulasi dan disaring pada waktu 75 menit. Pada waktu 75 menit diperoleh volume akhir sebanyak 58 mL.

Selain perubahan warna, bau dari sampel juga mengalami perubahan. Pada waktu 15 dan 30 menit sampel berbau amis sebelum ditreatment menjadi sedikit amis setalah di treatment. Sedangkan pada waktu 45, 60 dan 75 menit sampel yang awalnya berbau amis menjadi tidak berbau sama sekali. Hal ini membuktikan bahwa proses elektrokoagulasi dengan menggunakan elektroda aluminium mampu meminimalisir dan menghilangkan bau serta dapat menjernihkan sampel. Dari proses elektrokoagulasi, diperoleh endapan dari hasil

saringan yang disebut flok. Berdasarkan hasil terlihat ketika semakin lama waktu elektrokoagulasi, endapan (flok) yang diperoleh akan semakin banyak, berwarna abu-abu gelap dan tekstur semakin kental. Hal ini dikarenakan pengaruh dari elektroda aluminium yang berwarna abu-abu. Selama proses elektrokoagulasi elektroda juga mengalami perubahan dari bentuk awal. Perubahan dapat dilihat pada Gambar 5.7.



(a) (b) (c) (d) (e)

Gambar 5.7 Penampakan Elektroda Aluminium Variasi Waktu pada Tegangan 9 V (a) Setelah digunakan selama 15 menit (b) Setelah digunakan selama 30 menit (c) Setelah digunakan selama 45 menit (d) Setelah digunakan selama 60 menit dan (e) Setelah digunakan selama 75 menit

Pada Gambar 5.7 menunjukkan perbedaan antara elektroda aluminium pada variasi waktu yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi. Gambar 5.7a merupakan elektroda aluminium yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 15 menit, Gambar 5.7b merupakan elektroda aluminium yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 30 menit, Gambar 5.7c merupakan elektroda aluminium yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 45 menit, Gambar 5.7d merupakan elektroda aluminium yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 60 menit dan Gambar 5.7e merupakan elektroda aluminium yang digunakan untuk proses elektrokoagulasi selama 75 menit. Perubahan pada permukaan elektroda yang berada dikatoda terlihat berwarna putih merata, hal ini dikarenakan tidak terjadinya pelepasan ion Al^{3+} dari dalam elektroda sedangkan elektroda yang berada dianoda berwarna abu-abu kehitaman dan terjadi pengeroposan karena telah teroksidasi antara elektroda dengan sampel

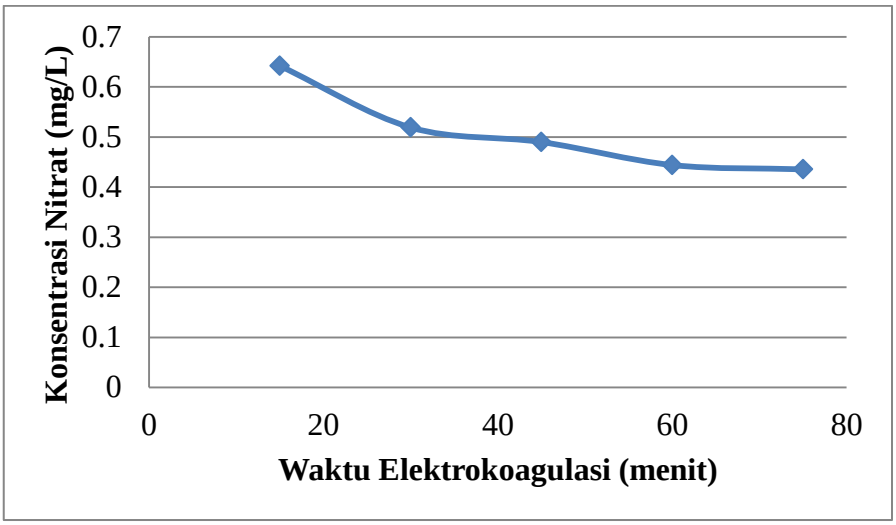
yang akan membentuk $Al(OH)_3$ yang disebut sebagai flokulan. Dari Gambar 5.7 dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan, elektroda akan semakin keropos (habis).

Filtrat atau efluen yang telah diperoleh dengan proses elektrokoagulasi kemudian dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yang bertujuan untuk mengetahui kadar nitrat yang terkandung pada air tambak udang. Panjang gelombang yang digunakan dalam analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk kadar nitrat yaitu 220 nm dan 275 nm. Penggunaan dua panjang gelombang yang berbeda karena pada panjang gelombang 220 nm yang terserap senyawa nitrat dan senyawa organik lain sedangkan pada panjang gelombang 275 nm yang terdeteksi hanya senyawa organik saja. Sehingga untuk mendapatkan absorbansi nitrat murni dilakukan pengurangan pada kedua panjang gelombang tersebut. Dari hasil analisis diperoleh hasil pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Pengaruh Waktu terhadap Penurunan Kadar Nitrat

Waktu (menit)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Penurunan Kadar Nitrat (%)
Sampel	**0,402**	**1,5817**	
15	**0,181**	**0,6421**	**59,40**
30	**0,152**	**0,5191**	**67,18**
45	**0,145**	**0,4900**	**69,02**
60	**0,134**	**0,4441**	**71,92**
75	**0,132**	**0,4355**	**72,46**

Pengaruh waktu terhadap efektifitas proses elektrokoagulasi berpengaruh terhadap penurunan kadar nirat. Semakin besar waktu yang digunakan maka semakin banyak kation logam yang terbentuk dan semakin banyak peluang interaksi koagulan dan polutan sehingga flok yang terbentuk akan semakin banyak dan penurunan kadar semakin besar. Data analisis didapatkan grafik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik Pengaruh Waktu terhadap Penurunan Kadar Nitrat

Berdasarkan Tabel 5.8 dapat dilihat hasil analisis nitrat pada sampel air kolam tambak udang mengandung sebesar 1,5817 mg/L. Setelah dilakukan elektrokoagulasi dengan variasi waktu pada tegangan 9 V, semakin lama waktu yang diberikan maka absorbansi dan konsentrasi menurun. Persen penurunan kadar nitrat pada 15 menit sebesar 59,40%, 30 menit sebesar 67,18%, 45 menit sebesar 69,02%, 60 menit sebesar 71,92% dan 75 menit sebesar 72,46%. Dari hasil penurunan kadar nitrat, peningkatan waktu mempengaruhi efisiensi penurunan kadar nitrat. Hal ini dikarenakan dengan meningkatnya waktu, maka semakin banyak koagulan yang akan terbentuk akibat proses oksidasi yang sangat kuat, sehingga akan semakin banyak ion-ion aquometalik $Al(OH)_3$ yang mendestabilisasi koloid yang nantinya akan semakin banyak flok yang terbentuk dan terjadi pengendapan. Peningkatan waktu juga terjadi pada elektroda dengan senyawa-senyawa organik yang berada pada sampel akan semakin besar dalam pembentukan flokulasi partikel yang bersifat adsorbsi dimana koagulan pada

elektrokoagulasi bermuatan positif akan menyerap ion-ion negatif pada limbah seperti nitrat dan membentuk flok yang membantu proses penurunan konsentrasi nitrat. Berdasarkan data grafik diperoleh waktu terbaik pada proses elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar nitrat yaitu 75 menit pada absorbansi dan konsentrasi dalam larutan yang paling rendah.

5.4 Pengaruh waktu pendiaman hasil elektrokoagulasi terhadap hasil penurunan kadar nitrat

Proses elektrokoagulasi dengan variasi waktu pendiaman dilakukan dari 1, 2, 3, 4 dan 5 jam menggunakan tegangan optimum 9 V selama 60 menit. Pemilihan waktu 60 menit dikarenakan pada waktu optimum 75 menit elektroda tidak memungkinkan untuk digunakan karena elektroda keropos (habis) hingga batas kedalaman yang ditentukan, sehingga digunakan waktu 60 menit yang persen penurunannya tidak jauh berbeda dengan waktu 75 menit. Volume sampel air tambak udang 100 mL, dan lempeng aluminium berukuran 2 cm x 8 cm dengan kedalaman elektroda 3 cm dan jarak elektroda 2 cm. Variasi waktu pendiaman dilakukan untuk mengetahui apakah waktu pendiaman efektif dan berpengaruh terhadap penurunan kadar nitrat. Dari hasil proses elektrokoagulasi dapat dilihat perubahan warna, bau, flok yang terbentuk, bentuk elektroda dari sebelum di treatment dan setelah di treatment. Proses pendiaman dapat dilihat pada Gambar 5.9.

(a) (b) (c) (d) (e)

Gambar 5.9 Hasil Elektrokoagulasi dari Variasi Waktu Pendiaman pada Tegangan 9 V selama 60 menit (a) Waktu Pendiaman selama 1 jam (b) Waktu Pendiaman selama 2 jam (c) Waktu Pendiaman selama 3 jam (d) Waktu Pendiaman selama 4 jam dan (e) Waktu Pendiaman selama 5 jam

Pada Gambar 5.9 terlihat perbedaan dari variasi waktu pendiaman. Gambar 5.9a merupakan proses elektrolisis yang didiamkan selama 1 jam, Gambar 5.9b merupakan proses elektrolisis yang didiamkan selama 2 jam, Gambar 5.9c merupakan proses elektrolisis yang didiamkan selama 3 jam, Gambar 5.9d merupakan proses elektrolisis yang didiamkan selama 4 jam, dan Gambar 5.9e merupakan proses elektrolisis yang didiamkan selama 5 jam. Setelah proses pendiaman selesai, dilakukan penyaringan untuk memisahkan endapan dan filtratnya. Hasil penyaringan ditunjukkan pada Gambar 5.10.

(a) (b) (c) (d) (e)

Gambar 5.10 Hasil Elektrokoagulasi Setelah Disaring dengan Variasi Waktu Pendiaman (a) Waktu pendiaman selama 1 jam (b) Waktu pendiaman selama 2 jam (c) Waktu pendiaman selama 3 jam (d) Waktu pendiaman selama 4 jam dan (e) Waktu pendiaman selama 5 jam

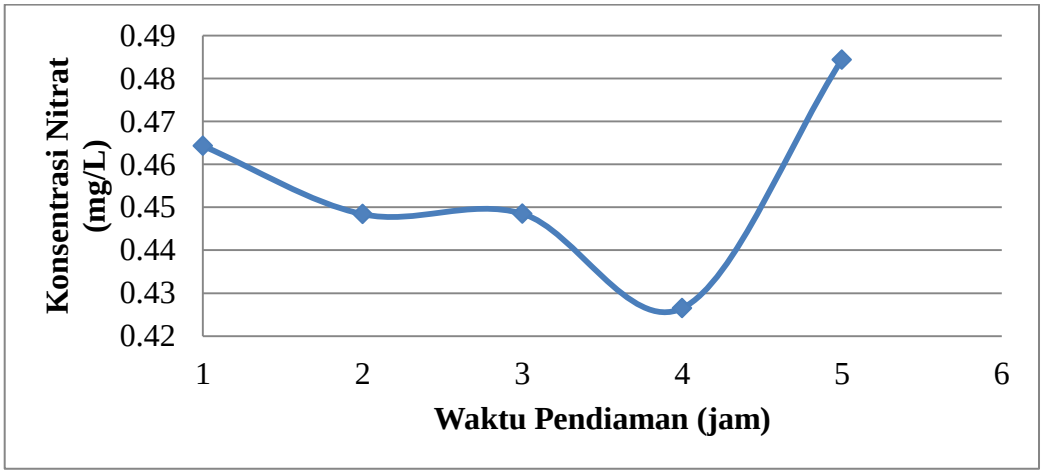
Gambar 5.9 menunjukan hasil elektrokoagulasi setelah proses penyaringan pada variasi waktu pendiaman. Berdasarkan hasil dapat dilihat perubahan warna dari pendiaman 1, 2, 3, 4 dan 5 jam. Semakin lama waktu pendiaman yang dilakukan maka perubahan warna yang terjadi pada larutan akan semakin memutih. Begitu pun dengan perubahan warna setelah disaring, semakin lama waktu pendiaman warna yang diperoleh dari larutan semakin bening. Ketika proses penyaringan, dari larutan akan diperoleh endapan yang disebut dengan flok. Dari hasil penyaringan semakin lama waktu pendiaman, flok yang dihasilkan akan semakin berwarna putih, kental dan semakin banyak menghasilkan endapan (flok).

Filtrat atau efluen yang telah diperoleh dengan proses elektrokoagulasi kemudian dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yang bertujuan untuk mengetahui kadar nitrat yang terkandung pada air tambak udang. Panjang gelombang yang digunakan dalam analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk kadar nitrat yaitu 220 nm dan 275 nm. Penggunaan dua panjang gelombang yang berbeda karena pada panjang gelombang 220 nm yang terserap senyawa nitrat dan senyawa organik lain sedangkan pada panjang gelombang 275 nm yang terdeteksi hanya senyawa organik saja. Sehingga untuk mendapatkan absorbansi nitrat murni dilakukan pengurangan pada kedua panjang gelombang tersebut. Dari hasil analisis diperoleh hasil pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Pengaruh Waktu Pendiaman terhadap Penurunan Kadar Nitrat

Waktu Pendiaman (jam)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Penurunan Kadar Nitrat (%)
Sampel	**0,359**	**1,4053**	
1	**0,133**	**0,4643**	**66,96**
2	**0,129**	**0,4484**	**68,09**
3	**0,130**	**0,4485**	**68,08**
4	**0,124**	**0,4265**	**69,65**
5	**0,138**	**0,4844**	**65,53**

Pengaruh waktu pendiaman terhadap efektifitas proses elektrokoagulasi berpengaruh terhadap penurunan kadar nirat tetapi penurunannya tidak signifikan. Dari data analisis didapatkan grafik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.11.

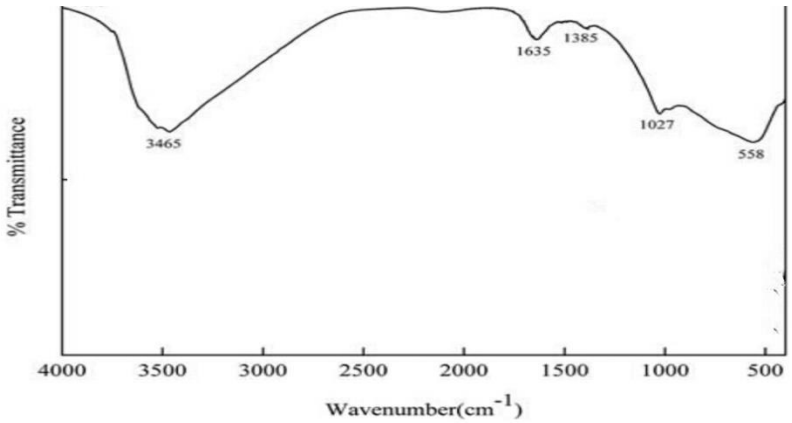


Gambar 5.11 Grafik Pengaruh Waktu Pendiaman terhadap Penurunan Kadar Nitrat

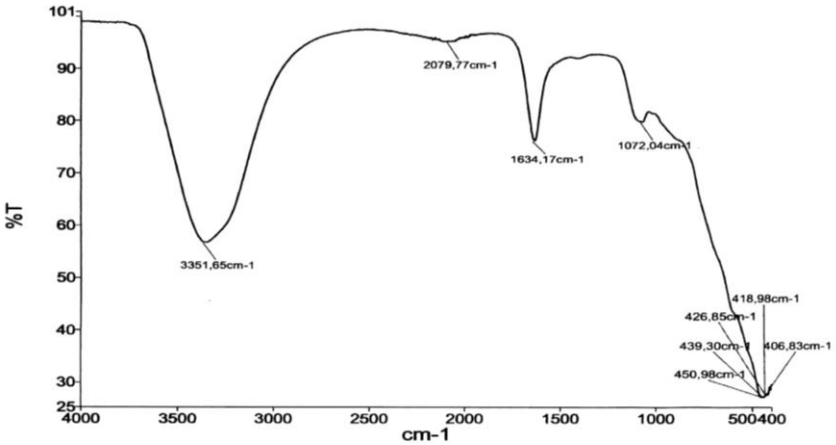
Berdasarkan Tabel 5.6 dapat dilihat hasil analisis nitrat pada sampel air kolam tambak udang mengandung sebesar 1,4053 mg/L. Setelah dilakukan proses elektrokoagulasi dengan variasi waktu pendiaman pada tegangan 9 V selama 60 menit, diperoleh persen penurunan kadar nitrat pada pendiaman 1 jam sebesar 66,96%, pendiaman 2 jam sebesar 68,09%, pendiaman 3 jam sebesar 68,08%, pendiaman 4 jam sebesar 69,65% dan pendiaman 5 jam sebesar 65,53%. Dari hasil penurunan kadar nitrat, pendiaman waktu mempengaruhi penurunan kadar nitrat tetapi tidak signifikan. Hal ini dikarenakan ketika proses penyaringan, filtrat dan endapan (koagulan) yang telah terpisah selama pendiaman kembali menyatu dan kemungkinan nitrat akan terlepas. Terlepasnya nitrat menyebabkan kenaikan konsentrasi pada waktu pendiaman 5 jam. Berdasarkan pengamatan waktu pendiaman tidak efektif untuk menurunkan kadar nitrat pada air tambak udang, sehingga lebih baik dilakukan penyaringan langsung untuk menurunkan kadar nitrat. Berdasarkan data grafik diperoleh waktu pendiaman optimum pada proses elektrolisis terhadap penurunan kadar nitrat yaitu pendiaman selama 4 jam pada absorbansi dan konsentrasi dalam larutan yang paling rendah.

5.5 Analisis Kandungan Hasil Elektrokoagulasi Endapan (Flok)

Analisis kandungan hasil elektrokoagulasi yang berupa endapan (flok) dianalisis menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa yang terdapat di dalam endapan (flok) tersebut. Pada analisis ini, hasil yang diperoleh dari penelitian akan dibandingkan dengan standar. Hasil elektrokoagulasi yang berupa endapan (flok) diprediksi mengandung senyawa berupa aluminium hidroksida ($Al(OH)_3$). Sehingga standar yang digunakan yaitu aluminium hidroksida ($Al(OH)_3$). Berikut perbandingan hasil antara standar dan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 5.12.



(a)



(b)

Gambar 5.12 Perbandingan Standar $Al(OH)_3$ (Zhiwu, et al. 2017) dan Hasil Analisis Endapan dengan FTIR (a) Standar $Al(OH)_3$ dan (b) Hasil Analisis Penelitian Endapan

Gambar 5.12 menunjukkan perbandingan antara standar aluminium hidroksida ($Al(OH)_3$) dengan hasil analisis endapan (flok) dengan *fourier transform infrared* (FTIR). Gambar 5.12a menunjukkan standar aluminium hidroksida ($Al(OH)_3$) sedangkan Gambar 5.12b menunjukkan hasil analisis endapan (flok). Gambar 5.12a terdapat beberapa daerah serapan yang dimulai dari rentang wilayah 4000 cm^{-1} hingga 500 cm^{-1}. Pada serapan 3465 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus O-H. Pada serapan 1635 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus nitrat NO_2 ulur asimetris. Pada serapan 1027 - 558 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus Al-O. sedangkan pada Gambar 5.12b terdapat beberapa daerah serapan yang dimulai dari rentang

wilayah 4000 cm^{-1} hingga 400 cm^{-1}. Pada serapan 3351,65 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus O-H. Pada serapan 1634,17 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus nitrat NO_2 ulur asimetris. Pada serapan 1072,04 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus Al-O. Dari beberapa daerah serapan yang dihasilkan, spektrum antara standar dan hasil analisis endapan (flok) hampir sama, hanya mengalami sedikit pergeseran pada serapan gugus O-H, serapan gugus nitrat dan gugus Al-O, maka dari hasil analisis dengan FTIR dapat disimpulkan bahwa terdapat senyawa $Al(OH)_3$ di dalam endapan (flok) hasil proses elektrokoagulasi.