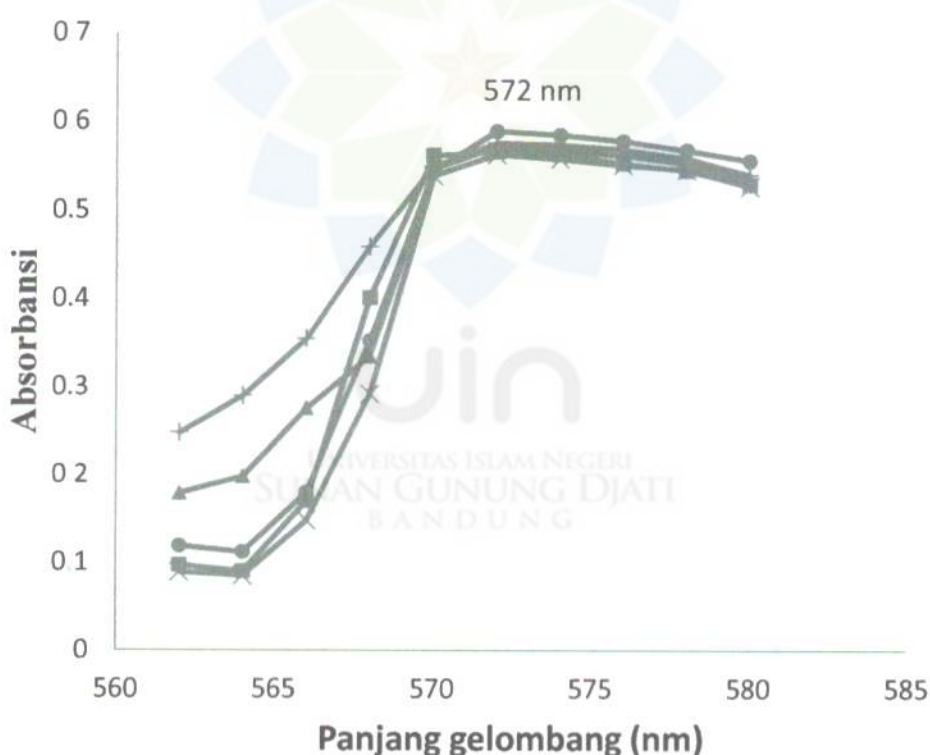


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Panjang Gelombang Maksimum Senyawa Kompleks Besi(III)

Penentuan panjang gelombang maksimum bertujuan untuk mengetahui λ_{maks} dari senyawa kompleks besi yang digunakan. Hasil pemindaian absorbansi seperti yang terlihat pada Tabel (Lampiran A.1) selanjutnya dipersempit dua digit pada sekitar panjang-panjang gelombang maksimumnya yang hasilnya disajikan pada Tabel (Lampiran A.3). kurva panjang gelombang maksimum kompleks-kompleks besi(III) ditunjukkan pada **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Panjang gelombang maksimum kompleks-kompleks besi(III), yang teramati pada panjang gelombang 572 nm, gambar dengan bentuk ■ adalah Fe-akua, ● Fe-EDTA, ▲ Fe-oksalat, + Fe-tartrat, dan X Fe-rea

Dari hasil penelitian λ serapan dapat diperoleh kesimpulan λ_{maks} kompleks besi yang digunakan adalah pada 572 nm. Panjang gelombang ini selanjutnya digunakan sebagai λ_{maks} keseluruhan kompleks besi yang digunakan. Karena pengukuran dilakukan pada panjang gelombang yang tetap, selanjutnya panjang gelombang 572 nm dinyatakan sebagai λ_{maks} dari kompleks $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ yang berasal dari larutan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Dari hasil analisis spektrofotometri diperoleh bahwa panjang gelombang maksimum semua campuran larutan ferri klorida dengan masing-masing ligan tersebut adalah 572 nm seperti terlihat pada **Gambar 4.1**. Pada **Gambar 4.1** terlihat bahwa absorbansi maksimum terletak pada panjang gelombang 572 nm dengan nilai absorbansi yang berbeda-beda. Belum diketahui lebih jelas apa penyebabnya bila melihat kenyataan λ_{maks} dan warna komplementer dari kompleks besi. Namun demikian dari literatur diketahui λ_{maks} Fe-sitrat adalah 535 nm yang menempati panjang gelombang daerah warna hijau. λ_{maks} menunjukkan adanya pergeseran ke daerah kuning (warna komplementer bergeser dari merah ke violet) yang tidak terlalu jauh dari pengamatan organoleptis.

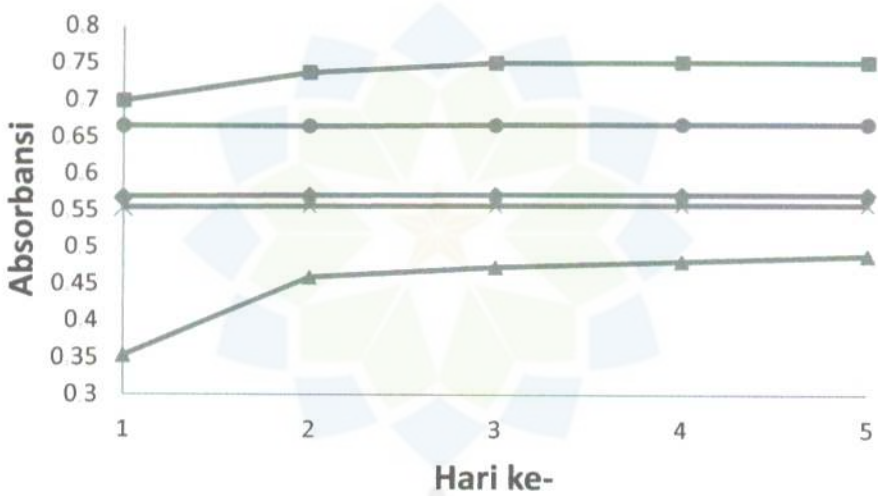
Dengan melihat data hasil panjang gelombang maksimum yang sama pada setiap kompleks besi(III), kemungkinan yang terukur pada spektrofotometer visible adalah panjang gelombang maksimum untuk senyawa $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Adapun terjadinya fenomena peningkatan absorbansi pada kompleks-kompleks lainnya diakibatkan serapan yang konstruktif pada λ_{maks} yang berdekatan.

4.2 Penentuan Deret Kekuatan Ligan Pengompleks Besi(III)

Dari hasil preparasi diperoleh absorbansi kompleks-kompleks besi(III) pada panjang gelombang 572 nm yaitu dengan nilai berkisar antara 0,3 - 0,8 (Lampiran B.1) dan secara grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.2**. Kisaran absorbansi ini cocok untuk pemeriksaan dengan pemeriksaan spektrofotometer sinar tampak.

Dari **Gambar 4.2** juga dapat dilihat terdapat kenaikan serapan panjang gelombang 572 nm pada setiap kompleks secara bertahap dari hari ke-1 sampai ke-5 dengan kecenderungan tidak ada kenaikan lagi pada hari ke-3 (Fe-akua, Fe-urea dan Fe-tartrat) dan hari ke-4 (Fe-EDTA dan Fe-oksalat). Kenaikan serapan tersebut dapat dipastikan bukan berasal dari Fe-akua namun merupakan penambahan dari kompleks-kompleks lainnya (Fe-urea, Fe-tartrat,

Fe-EDTA, dan Fe-oksalat) akibat proses pencampuran Fe-akua dengan kompleks-kompleks lainnya yang memberikan serapan lebih kuat lagi dibandingkan dengan laju substitusi ligan akua oleh masing-masing ligan kompleks tersebut. Selain itu kenaikan serapan yang terjadi pada masing-masing kompleks disebabkan dari pembentukan kompleks yang terus berjalan setiap harinya. Dengan demikian terdapat pencapaian kesetimbangan kompleks-kompleks non-akua terjadi secara lambat, dan terjadi puncaknya pada hari ke-3 atau ke-4. Untuk melihat tingkat keterserapan besi dari masing-masing kompleksnya oleh *Chlorella* dibuat grafik pada **Gambar 4.2**



Gambar 4.2 Absorbansi kompleks-kompleks besi(III) dari hari ke-1 sampai ke-5, gambar dengan bentuk ■ besi(III) klorida-urea, ● besi(III) klorida-EDTA, ▲ besi(III) klorida-akua, ◆ besi(III) klorida-tartrat, dan X besi(III) klorida-oksalat.

Dengan melihat data absorbansi kompleks besi(III) dari hari ke-1 sampai hari ke-5, terlihat data absorbansi kompleks EDTA, tartrat, oksalat, dan urea lebih tinggi dari data absorbansi kompleks akua. Hal ini terjadi karena dengan dicampurkannya kompleks EDTA, tartrat, oksalat dan urea dengan kompleks akua menyebabkan serapan lebih tinggi. Dengan demikian kompleks besi(III) dengan penambahan waktu maupun penambahan kompleks besi(III) yang lain seperti EDTA, tartrat, oksalat dan urea menyebabkan daya serap lebih tinggi dari pada sebelumnya (absorbansi kompleks akua hari pertama). Adanya

peningkatan absorbansi dapat diartikan bahwa sebagai ligan, akua disubstitusi oleh ligan-ligan yang telah disebutkan

Untuk mengetahui penambahan nilai absorbansi setelah dicampurkannya kompleks besi(III) EDTA, tartrat, oksalat dan urea dapat dibuat persamaan :

$$\Delta A = A_2 - A_1 \quad (1)$$

dengan ΔA = perubahan nilai absorbansi

A_2 = nilai absorbansi kompleks besi(III) EDTA / tartrat / oksalat / urea

A_1 = nilai absorbansi kompleks Fe-akua

dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh selisih nilai absorbansi kompleks besi(III) EDTA, tartrat, oksalat dan urea pada hari pertama berturut-turut: 0,312, 0,216, 0,201, dan 0,346, pada hari ke-5 diperoleh 0,179, 0,083, 0,069 dan 0,263.

Deret kekuatan ligan pengompleks besi(III) dapat diketahui dengan menghitung persentasi kenaikan absorbansi dengan membandingkan nilai absorbansi hari ke-5 dengan hari pertama pada hasil persamaan (1) yang dapat disajikan dengan persamaan :

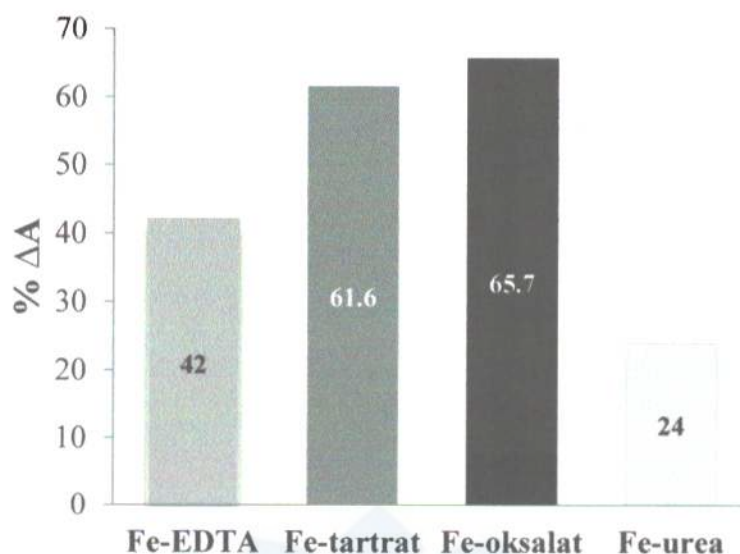
$$\% \Delta A = \frac{A_5 - A_1}{A_1} \times 100\% \quad (2)$$

dengan $\% \Delta A$ = persentase perubahan nilai absorbansi kompleks besi(III)

A_5 = nilai absorbansi hari ke-5

A_1 = nilai absorbansi hari ke-1

Dengan persamaan (2) diperoleh persentase perubahan nilai absorbansi kompleks besi(III) EDTA, tartrat, oksalat dan urea secara berturut-turut : 42% ; 61,6% ; 65,7% ; 24%, yang secara grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.3**



Gambar 4.3 Persentase perubahan nilai absorbansi kompleks besi(III).

Dengan demikian dapat dibuat deret spektrokimia ligan-ligan pengompleks besi(III) sebagai berikut: urea < EDTA < tartrat < oksalat. Dari deret tersebut terlihat bahwa urea merupakan ligan terlemah disusul dengan EDTA.

4.3 Pengaruh Media MBB (*Medium Basal Bold*) pada Absorbansi Senyawa Kompleks Besi(III)

Untuk mengetahui pengaruh dari MBB (*Medium Basal Bold*) dilakukan pengukuran absorbansi kompleks-kompleks besi(III) dengan MBB selama lima hari berturut-turut pada panjang gelombang 572 nm yang secara lengkap disajikan hasilnya pada Tabel B.2 (Lampiran B)

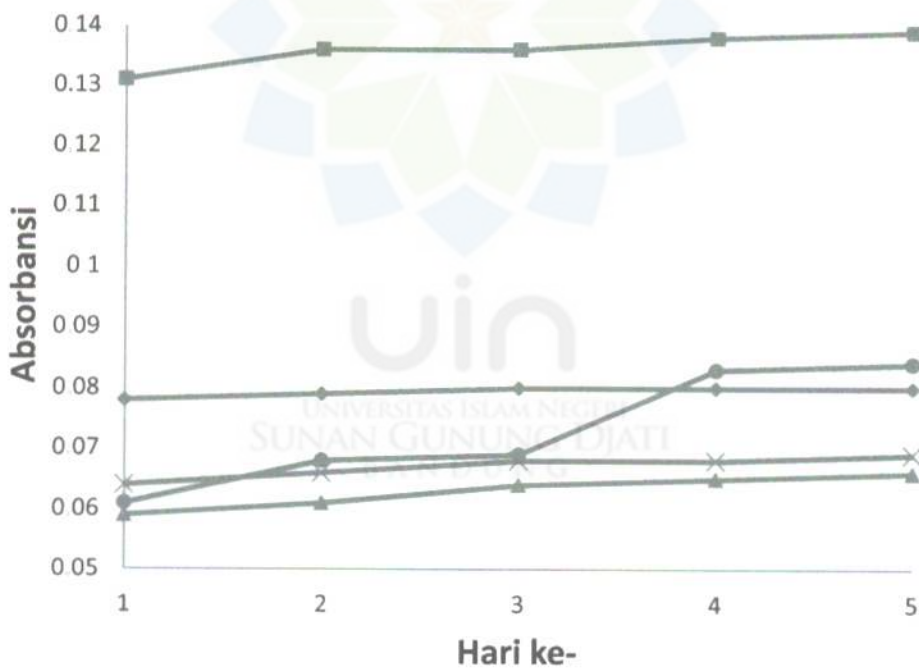
Dalam penelitian ini kultur melibatkan sebuah media, yaitu MBB. MBB yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari koleksi Laboratorium Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Bandung.

Pengaruh MBB terhadap absorbansi kompleks besi(III) akua, EDTA, oksalat, tartrat dan urea adalah menurunnya nilai absorbansi kompleks-kompeks besi(III) yang awalnya berkisar dari 0,3 - 0,8 menjadi 0,05 - 0,14 (Lampiran B 2).

Menurunnya nilai absorbansi kompleks-kompleks besi(III) terjadi, kemungkinan karena menurunnya absorbansi $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ akibat dalam MBB terkandung ligan-ligan lain yang lebih kuat seperti EDTA.

Pada Tabel (Lampiran B.2) terlihat nilai absorbansi senyawa kompleks besi(III) dan MBB meningkat, baik pengaruh dari waktu maupun dari pencampuran ligan lain (EDTA, oksalat, tartrat dan urea) Peningkatan ini disebabkan pembentukan senyawa kompleks yang terjadi tidak secara langsung, melainkan secara bertahap setiap harinya dan pengaruh dari pencampuran ligan-ligan lain yang menyebabkan meningkatnya daya serap energi dari ligan-ligan lain sehingga nilai absorbansinya juga meningkat. Pada Tabel 4.4 juga terlihat pembentukan senyawa kompleks rata-rata setimbang sejak pada hari ke-3 sampai ke-5.

Pengaruh MBB terhadap absorbansi kompleks besi(III) akua, EDTA, oksalat, tartrat dan urea pada hari ke-1 sampai ke-5 secara grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.4**

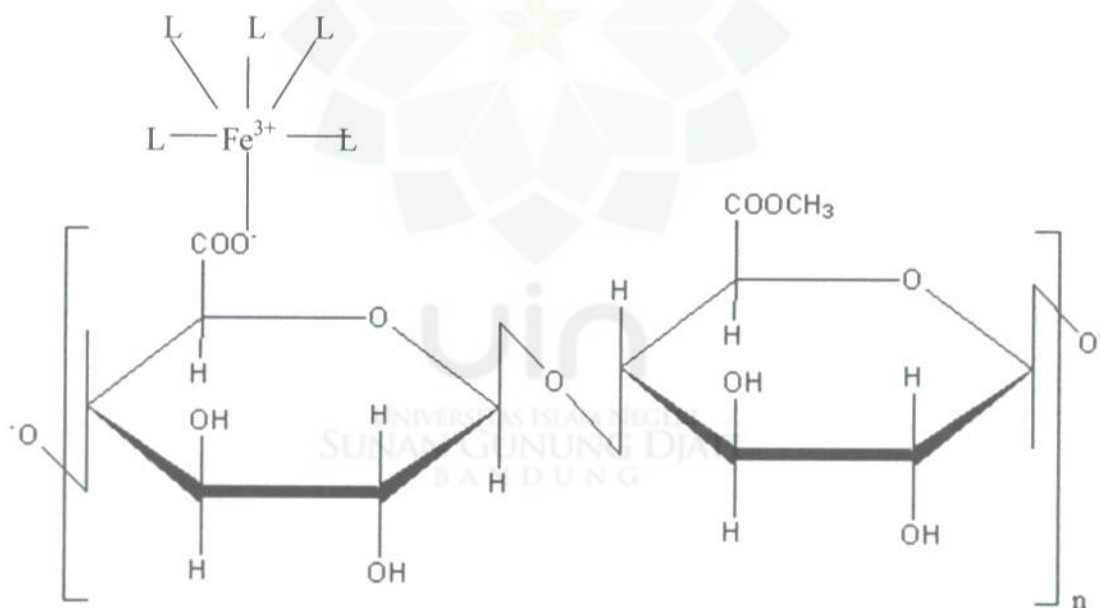


Gambar 4.4 Pengaruh MBB terhadap absorbansi kompleks-kompleks besi(III) pada hari ke-1 sampai ke-5. Keterangan ■ besi(III) klorida-MBB-tartrat, ● besi(III) klorida-MBB-oksalat, ▲ besi(III) klorida-MBB-akua, ◆ besi(III) klorida-MBB-EDTA, dan X besi(III) klorida-MBB-urea.

4.4 Adaptivitas Kompleks Besi(III) terhadap Dinding Sel Fitoplankton Chlorella

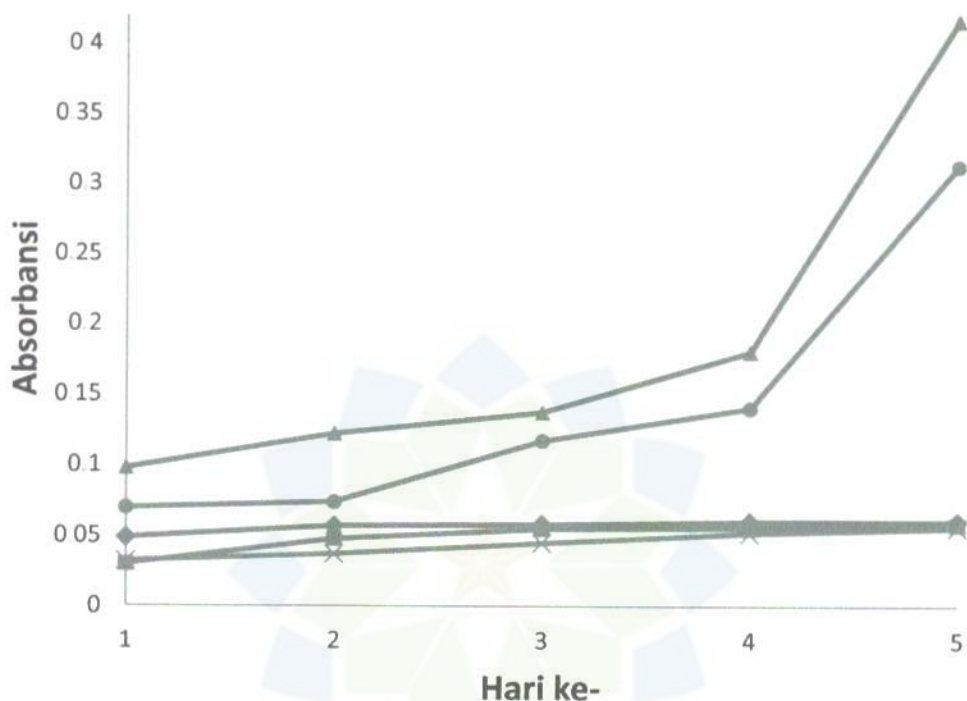
Media MBB dan fitoplankton Chlorella berpengaruh pada absorbansi senyawa kompleks besi(III) (Lampiran B.3) terlihat bahwa kadar besi pada kompleks Fe-akua, Fe-EDTA, dan Fe-urea menurun ketika fitoplankton ada, namun pada kompleks Fe-tartrat dan Fe-oksalat justru meningkat. Hal ini kemungkinan bahwa bentuk-bentuk kompleks besi akua, EDTA, dan urea adaptif terhadap kebutuhan mikronutrien dari Chlorella.

Chlorella pada dinding selnya tersusun dari selulosa, hemiselulosa dan pektin. Senyawa pektin terdapat pada dinding sel bagian luar sehingga berfungsi sebagai bahan perekat antar dinding sel satu dengan dinding sel yang lain. Senyawa pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan dengan ikatan β -(1,4)-glukosida, sehingga dapat diketahui terikatnya dinding sel Chlorella oleh besi melalui atom H yang tersubstitusi dari gugus asam α -galakturonat. Model terikatnya besi oleh dinding sel chlorella seperti diperlihatkan pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 Model interaksi besi(III) dengan dinding sel Chlorella. Keterangan L adalah ligan / ligan-ligan pengompleks besi di perairan, []_n adalah monomer dari asam α -galakturonat yang merupakan penyusun dinding sel fitoplankton bagian luar.

Pengaruh MBB dan fitoplanton terhadap absorbansi kompleks besi(III) akua, EDTA, oksalat, tartrat dan urea secara grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Pengaruh MBB dan dinding sel Chlorella terhadap absorbansi kompleks-kompleks besi(III) pada hari ke-1 sampai ke-5, gambar dengan bentuk ■ besi(III) klorida-EDTA-MBB-Chl, ● besi(III) klorida-oksalat-MBB-Chl, ▲ besi(III) klorida-tartrat-MBB-Chl, ◆ besi(III) klorida-akua-MBB-Chl, dan X besi(III) urea-MBB-Chl.

Karena kurangnya data absorbansi kompleks-kompleks besi(III) pada panjang gelombang 550 - 800 nm dan adaptivitas makhluk hidup khususnya fitoplankton terhadap logam-logam maupun deret spektrokimianya maka istilah adaptivitas diajukan untuk digunakan sebagai pendukung dalam penyusunan deret spektrokimia.

Adaptivitas kompleks besi(III) terhadap fitoplankton Chlorella dapat diketahui dengan menghitung persentase kenaikan absorbansi dengan membandingkan nilai absorbansi hari ke-5 dengan hari ke-1 yang dapat disajikan dengan persamaan:

$$\% \Delta A = \frac{A_5 - A_1}{A_1} \times 100\% \quad (3)$$

dengan $\% \Delta A$ = persentase perubahan nilai absorbansi kompleks besi(III)

A_1 = nilai absorbansi hari ke-1

A_5 = nilai absorbansi hari ke-5

Dengan menggunakan persamaan di atas dan dengan melihat Tabel (Lampiran B.3) diperoleh persentase adaptivitas kompleks-kompleks besi(III) akua, EDTA, tartrat, oksalat dan urea terhadap fitoplankton *Chlorella* secara berturut-turut adalah 22,4, 93,3, 324,5, 305, dan 75,0. Dengan demikian dapat dibuat deret adaptivitas kompleks besi(III) terhadap fitoplankton *Chlorella* sebagai berikut : tartrat < oksalat < EDTA < urea < akua.

Kompleks besi(III) yang paling adaptif terhadap fitoplankton *Chlorella* adalah Fe-akua disusul dengan Fe-urea, sedangkan yang kurang adaptif adalah Fe-tartrat, Fe-oksalat dan Fe-EDTA. Fe-akua dan Fe-urea kemungkinan besar banyak dikonsumsi oleh fitoplankton *Chlorella*, sedangkan Fe-tartrat, Fe-oksalat dan Fe-EDTA hanya sedikit.

4.5 Pengaruh Kekuatan beberapa Ligan terhadap Interaksi Besi dengan Dinding Sel *Chlorella*

Dari Tabel (Lampiran B 1) terlihat nilai absorbansi kompleks Fe-akua terendah dibandingkan dengan nilai absorbansi kompleks-kompleks besi(III) yang lainnya. Ini menunjukkan kalau ligan akua merupakan ligan terlemah, sedangkan fitoplankton *Chlorella* lewat dinding selnya mampu berkompetisi atau menyerap kompleks besi(III) dari ligan-ligan pengompleks besi(III) EDTA, tartrat, oksalat dan urea, sehingga dinding sel *Chlorella* dapat dikatakan sebagai ligan terkuat. Berdasarkan fenomena di atas, deret spektrokimia secara keseluruhannya akan menjadi : akua < urea < EDTA < tartrat < oksalat < dinding sel *Chlorella*. Sedangkan dari tabel (Lampiran B.3) dan dari persentase adaptivitas dengan persamaan (3), kompleks besi(III) yang paling adaptif terhadap dinding sel fitoplankton *Chlorella* adalah Fe-akua disusul dengan Fe-urea, sedangkan yang kurang adaptif adalah Fe-tartrat, Fe-oksalat dan Fe-EDTA. Dengan demikian dapat disimpulkan makin lemah ligan pengompleks besi(III) makin tinggi interaksinya dengan dinding sel *Chlorella* (adaptivitasnya makin tinggi).