

MIKROALGA SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR PERMUKAAN

Studi Awal : Hubungan Antara Konsentrasi Pigmen dan Berat Kering dalam Penentuan Kandungan Mikroalga Pada Sampel Air Artifisial

Rijal Hakiki

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik, Universitas Presiden

Jl. Ki Hajar Dewantara, Jababeka Education Park, Cikarang, Jawa Barat 17550

Email: rijalhakiki@president.ac.id

Abstrak: Mikroalga merupakan salah satu organisme akuatik yang dapat difungsikan sebagai bioindikator kualitas air permukaan. Konsentrasi klorofil yang terkandung di dalam sel mikroalga dapat diukur untuk mengetahui tinggi rendahnya kelimpahan mikroalga pada suatu badan air. Pengukuran berat kering biomasa merupakan metode lain yang dapat dilakukan untuk mengetahui kelimpahan mikroalga dalam suatu badan air. Kedua metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pada pengukuran konsentrasi klorofil, kehadiran senyawa-senyawa lain selain klorofil a yang dapat menyerap spektrum cahaya pada panjang gelombang pengukuran (Strickland and Parsons menggunakan panjang gelombang 665 nm, 645 nm dan 630 nm) mengakibatkan nilai absorbansi yang terukur menjadi lebih besar dari yang seharusnya. Tingkat kekeruhan akibat kandungan partikel tersuspensi menjadi masalah pada metode pengukuran berat kering. Penentuan berat kering biomasa berdasarkan pada pendekatan konsentrasi klorofil merupakan hal yang dikaji pada penelitian ini. Hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil dan berat kering biomasa mikroalga pada perlakuan a mempunyai korelasi positif yang cukup erat ($R_a = 0,870$), yang kecenderungannya mengikuti persamaan regresi linier $y = 302,35x + 17,121$. Penentuan berat kering berdasarkan pada pendekatan pengukuran konsentrasi klorofil dapat diaplikasikan pada sampel air dengan kondisi kandungan padatan tersuspensi yang cenderung konstan dan bersifat inert (tidak menghasilkan zat yang dapat bereaksi dengan pelarut organik pada saat dilakukan proses ekstraksi klorofil). Selain itu, berdasarkan hasil olah data dapat disimpulkan pula bahwa pengaruh kandungan partikel tersuspensi lainnya di dalam sampel air tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik.

Kata Kunci: Berat Kering Biomasa, Bioindikator, Kekeruhan, Klorofil a, Mikroalga

Abstract: Microalgae is the one of aquatic organism wich can be a bioindicators for surface water quality. Chlorophyll contain in a microalgae cell can be measured to know the abundance of microalga in a water body. Dry-weight biomass measurements is another method that can be used to know the abundance of microalga in a water body. both method have advantages and disadvantages of each. In chlorophyll concentration measurements, the present of other compounds that can absorb light spectrum at measurements wavelength (Strickland and Parsons use 665 nm, 645 nm and 630 nm) result absorbance value higher than it should be. Turbidity level result by suspended particle content being a problem for dry-weight biomass measurements. Dry-weight biomass determination based on the approximation of chlorophyll content measurements was studied in this research. The Results of simple regression analysis showed that there is a fairly strong positive correlation between chlorophyll content and dry-weight biomass ($R_a = 0.870$), which has the tendency to follow the linear regression equation $y = 302,35x + 17,121$. Dry-weight determination based on approximation of chlorophyll content can be applied to the sample of water that has suspended particle content tend to be constant and inert (did not produce substances that can react with organic solvent when chlorophyll extraction process occurred). Based on the processed datas, it can be conclude that the influence of another suspended particle content in a sample of water is not statistically significant.

Keywords: Dry-Weight Biomass, Bioindicator, Turbidity, Chlorophyll a, Microalgae

PENDAHULUAN

Organisme akuatik merupakan komponen biotik yang memerlukan kondisi tertentu untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Perubahan kondisi badan air sebagai tempat hidup dapat mengakibatkan perubahan komposisi organisme akuatik

pada badan air tersebut. Perubahan komposisi yang terjadi secara tidak langsung dapat menggambarkan kondisi suatu badan air, sehingga dapat dikatakan bahwa organisme akuatik merupakan bioindikator bagi suatu badan air.

Mikroalga merupakan salah satu organisme akuatik yang memiliki kepekaan terhadap perubahan kandungan nutrisi pada suatu perairan, sehingga dapat digolongkan sebagai bioindikator kualitas air. Kshirsagar (2013) menyatakan bahwa kelimpahan biomassa alga pada suatu badan air dipengaruhi oleh konsentrasi fosfor dan nitrogen anorganik pada badan air tersebut. Lavoie, dkk. (2004) telah melakukan studi mengenai evaluasi pengaruh pencemaran aliran sungai Quebec (Kanada) yang disebabkan oleh kegiatan pertanian terhadap *benthic* alga sebagai bioindikator kualitas perairan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa periphyton dapat difungsikan sebagai bioindikator pada pengukuran kualitas air terintegrasi, yang selanjutnya dapat difungsikan sebagai strategi pemantauan kualitas psiko-kimia air. Selain itu, organisme ini juga merupakan organisme fotosintetik yang memiliki kandungan klorofil sehingga dapat menyerap sinar matahari yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis.

Kuantifikasi kandungan klorofil dalam sel mikroalga dapat dilakukan sebagai pendekatan untuk mengetahui kandungan mikroalga dalam suatu sampel air permukaan. Selain kuantifikasi kandungan klorofil, penentuan berat kering juga merupakan metode yang dapat dilakukan sebagai salah satu pendekatan untuk mengetahui kandungan mikroalga.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji hubungan antara konsentrasi pigmen (klorofil a) yang terkandung dalam organisme fotosintetik dengan berat kering biomasanya (pendekatan penentuan berat kering berdasarkan pada pengukuran konsentrasi klorofil), serta pengaruh kandungan partikel tersuspensi lainnya terhadap hasil pengukuran konsentrasi pigmen dalam penentuan kandungan mikroalga. Hal ini dianggap perlu dikaji lebih dalam, mengingat keberagaman kandungan matrix dalam air permukaan dapat mempengaruhi hasil pengukuran kandungan organisme

akuatik sebagai bioindikator kualitas air permukaan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium menggunakan sampel artifisial yang merupakan campuran antara kultur alga hasil isolasi dengan suspensi kaolin dengan perbandingan tertentu. Sampel artifisial merupakan objek penelitian yang komposisinya dibuat sedemikian rupa sebagai pendekatan dalam pengambilan kesimpulan pada akhir penelitian.

Tahap Persiapan

Tahapan ini meliputi proses kultur mikroalga yang merupakan sumber klorofil dan pembuatan sampel air artifisial sebagai objek penelitian.

a. Kultur Mikroalga Campuran

Kultur mikroalga diperoleh dari hasil isolasi pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Rinanti, dkk (2013) mengenai penapisan mikroalga potensial untuk penangkapan dan penyimpanan karbondioksida. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa genus *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp. dan *Ankistrodesmus* sp. merupakan isolat dominan yang dapat hidup bersamaan dalam suatu media artifisial dalam kondisi terkontrol. Berdasarkan hal tersebut, maka konsorsium mikroalga hasil isolasi diasumsikan dapat mewakili kondisi aktual sehingga dapat digunakan sebagai objek penelitian. Masing-masing genus ditumbuhkan dalam reaktor terpisah hingga mencapai usia inokulum optimumnya.

Menurut Rinanti, dkk (2013), usia inokulum optimum untuk genus *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp. dan *Ankistrodesmus* sp. berturut-turut adalah 2 hari, 5 hari dan 3 hari. Medium yang digunakan adalah media cair PHM yang memiliki pH 7, proses kultur dilakukan pada temperatur ruangan. Reaktor pertumbuhan dilengkapi dengan unit aerasi dengan laju udara 800 ml/menit dan menggunakan sumber

pencahayaannya berupa lampu fluorescent dengan intensitas cahaya 2500 lux, periode pencahayaannya terang/gelap (24 jam / 0 jam). Setelah usia inokulum optimum tercapai, masing-masing genus tersebut dipanen dan disimpan pada lemari pendingin untuk mengurangi reaksi biologis lebih lanjut. Setelah semua genus dipanen, dilakukan pencampuran kultur menjadi kultur campuran dengan perbandingan *Chlorella* sp. : *Scenedesmus* sp. : *Ankistrodesmus* sp. = 2:1:1.

b. Sampel Air Artifisial

Mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Lindu, dkk (2010), pembuatan sampel air artifisial dilakukan dengan melarutkan kaolin kedalam air dengan konsentrasi 50 mg/L, 100 mg/L dan 200 mg/L. Dilakukan pengadukan selama 3 jam, kemudian diendapkan selama 17 jam sehingga didapat nilai kekeruhan yang relatif stabil sesuai air baku permukaan dengan tingkat kekeruhan rendah-sedang (10 NTU hingga 50 NTU). Hasil pengukuran kekeruhan menunjukkan nilai 15 NTU, 40 NTU dan 55 NTU.

Pada penelitian ini dibuat suspensi kaolin dengan konsentrasi 500 mg/L, dilakukan pengadukan selama 3 jam dan diendapkan selama 15 jam sehingga diperoleh nilai kekeruhan 176 NTU yang selanjutnya dibuat beberapa konsentrasi pengenceran untuk keperluan percobaan. Suspensi kaolin yang telah dibuat kemudian dicampurkan dengan kultur mikroalga campuran dengan perbandingan tertentu disesuaikan dengan keperluan percobaan.

Pembuatan sampel air artifisial menggunakan pengukuran kekeruhan sebagai pendekatan dalam penentuan tingkat pengenceran untuk memperoleh sampel artifisial dengan konsentrasi yang diinginkan. Tingkat kekeruhan tertinggi suspensi mikroalga dan suspensi kaolin masing-masing ditentukan ± 170 NTU (mengacu pada tingkat kekeruhan suspensi kaolin), hal yang sama juga dilakukan pada sampel air artifisial. Suspensi tersebut merupakan suspensi induk yang selanjut-

nya diencerkan sesuai dengan keperluan percobaan, kemudian dilakukan analisis terhadap kandungan klorofil dan berat kering biomasa untuk setiap perlakuan pengenceran.

Langkah Percobaan

Pada penelitian ini dilakukan beberapa percobaan sebagai pendekatan untuk mendapatkan kesimpulan akhir penelitian. Percobaan yang dilakukan meliputi :

- (a) Penentuan kurva kalibrasi klorofil, dilakukan untuk mengetahui linieritas hasil pengukuran spektrofotometer dengan membuat beberapa konsentrasi pengenceran 50%, 75%, 100%, 125% dan 150% melalui pendekatan pengukuran kekeruhan.
- (b) Pendekatan penentuan berat kering berdasarkan pada pengukuran konsentrasi klorofil, dilakukan dengan melakukan pengukuran sampel suspensi mix mikroalga pada berbagai pengenceran. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran konsentrasi klorofil dan berat kering biomasa.
- (c) Percobaan mengenai pengaruh kandungan padatan terlarut (kekeruhan) terhadap penentuan konsentrasi klorofil akibat interferensi serapan spektrum cahaya. Percobaan ini dilakukan pada sampel air artifisial yang merupakan campuran suspensi mix mikroalga dan suspensi kaolin dengan perbandingan tertentu. Hasil pengukuran dibandingkan dengan data pada percobaan (b) untuk melihat signifikansinya.

Semua perlakuan pengenceran menggunakan pendekatan pengukuran kekeruhan dalam penentuan konsentrasi pengenceran. Konsentrasi pengenceran tertinggi (pengenceran 150%) mengacu pada kekeruhan suspensi kaolin, dibuat mendekati kekeruhan ± 170 NTU. Konsentrasi pengenceran tertinggi kemudian dibuat beberapa pengenceran yang lebih rendah, yaitu 50%, 75%, 100% dan 125%.

Penentuan Kandungan Mikroalga

Penentuan konsentrasi pigmen (klorofil a) sebagai pendekatan untuk mengetahui konsentrasi mikroalga mengacu kepada metode standar pengujian air dan air limbah (bagian 10200 H) dengan beberapa penyesuaian terhadap ketersediaan peralatan dan bahan di laboratorium pengujian. Metode ini meliputi proses ekstraksi pigmen dari sel mikroalga kemudian dilanjutkan dengan kuantifikasi klorofil secara spektrofotometri. Proses ekstraksi diawali dengan pemekatan suspensi mikroalga melalui proses filtrasi ataupun sentrifugasi.

Pada penelitian ini, pemekatan suspensi dilakukan dengan metode sentrifugasi. Suspensi mikroalga yang telah dipisahkan kemudian dilumatkan dengan bantuan batu pemecah dengan menggunakan acetone 90% sebagai pelarut. Proses pelumatan (maserasi) dilakukan dalam alat *centrifuge* pada 3000 rpm selama 20 menit. Ekstrak klorofil dalam acetone 90% kemudian dikuantifikasi menggunakan spektrofotometer spektroskopik tipe *thermo scientific* dengan metode trikromatik. Hasil pembacaan absorbansi pada tiga panjang gelombang 665 nm, 645 nm dan 630 nm kemudian dihitung menggunakan persamaan empiris Strickland and Parsons.

$$\frac{\mu\text{g chlorophyll}}{\text{mL medium}} = (11.66A_{665} - 1.31A_{645} - 0.14A_{630})v/(lV)$$

Mengacu pada Henriques, dkk (2007) bahwa “ A_{xxx} ” adalah absorbansi pada panjang gelombang xxx nm setelah dikurangi absorbansi sampel pada panjang gelombang 750 nm terhadap solvent sebagai blanko pengukuran. “v” adalah volume pelarut yang digunakan (mL), “l” adalah panjang sel pada spektrofotometer (cm) dan “V” adalah volume sampel yang diekstrak (mL).

Pengukuran absorbansi sampel pada panjang gelombang 750 nm tidak dilakukan dalam percobaan, karena berdasarkan metode standar pengujian air dan air limbah (bagian 10200 H) pengukuran

sampel pada panjang gelombang tersebut adalah untuk mengukur besarnya absorbansi oleh partikel tersuspensi lainnya selain mikroalga. Data absorbansi yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data total absorbansi hasil ekstraksi dengan mengabaikan pengaruh absorbansi oleh partikel tersuspensi lain, dikarenakan pada percobaan ini juga ditinjau mengenai pengaruh kandungan partikel tersuspensi lainnya terhadap hasil pengukuran konsentrasi klorofil.

Selain pengukuran terhadap konsentrasi klorofil, metode lain yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode penentuan kandungan mikroalga secara gravimetri untuk keperluan perhitungan biomasa mikroalga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mempermudah pengambilan kesimpulan, data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan dilakukan juga pengolahan data secara statistik untuk mengetahui pengaruh kandungan kekeruhan terhadap hasil pengukuran klorofil.

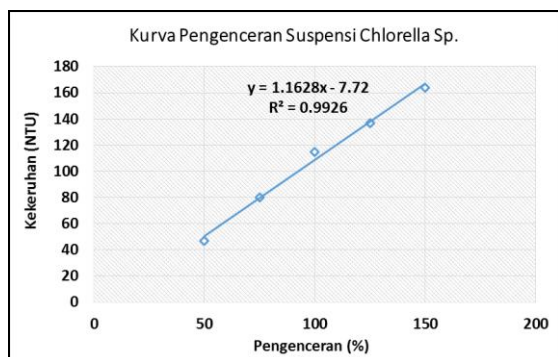
Penentuan Kurva Kalibrasi

Data pada tabel 1 diperoleh dari hasil pengukuran tingkat kekeruhan dan konsentrasi klorofil pada berbagai pengenceran. Data tersebut kemudian di plot pada grafik untuk mengamati kecenderungan tingkat kekeruhan dan konsentrasi klorofil terhadap perlakuan pengenceran suspensi *Chlorella* Sp.

Tabel 1. Hasil pengukuran tingkat kekeruhan dan konsentrasi klorofil pada *Chlorella* Sp. pada berbagai pengenceran

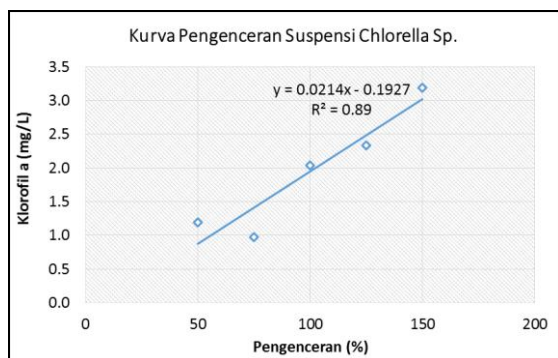
Pengenceran (%)	Kekeruhan (NTU)	Klorofil a (mg/L)
50	46,9	1,196
75	80,1	0,975
100	11,0	2,040
125	137,0	2,334
150	163,8	3,192

Pengenceran suspensi mikroalga dilakukan melalui pendekatan pengukuran kekeruhan secara nephelometri. Pengadukan suspensi sebelum pengukuran dilakukan untuk memastikan homogenitas sampel yang akan diukur kekeruhannya secara nephelometri.



Gambar 1. Kurva linieritas tingkat kekeruhan pada berbagai konsentrasi pengenceran

Selain itu, sampel yang telah dihomogenkan harus diukur sesegera mungkin agar diperoleh kurva pengenceran yang memiliki kecenderungan linier.



Gambar 2. Kurva kalibrasi konsentrasi klorofil pada berbagai konsentrasi pengenceran

Sampel hasil pengenceran diekstraksi dengan acetone 90% kemudian diukur absorbansinya. Konsentrasi klorofil diperoleh dengan memasukkan nilai absorbansi hasil pengukuran kedalam persamaan empiris Strickland and Parsons. Hasil perhitungan kemudian di plot kedalam grafik sehingga diperoleh kurva kalibrasi untuk melihat linieritas hasil pengukuran absorbansi klorofil secara spektrofotometri. Sampel yang digunakan adalah suspensi mikroalga *Chlorella* Sp.

yang dibuat beberapa konsentrasi pengenceran.

Berdasarkan hasil pengamatan pada gambar 1 dan gambar 2 dapat diamati bahwa tingkat kekeruhan dan konsentrasi klorofil memiliki kecenderungan mengikuti tingkat pengenceran, sehingga pembuatan sampel artifisial dapat dilakukan dengan pendekatan pengenceran berdasarkan pengukuran kekeruhan.

Penentuan berat kering berdasarkan pada konsentrasi klorofil

Mengacu pada *standard methods* bagian 10200 H yang menyatakan bahwa konsentrasi pigmen fotosintesis dapat digunakan sebagai pendekatan untuk memperkirakan berat biomassa fitoplankton. Kandungan klorofil a pada mikroalga setara dengan 1% sampai 2% berat keringnya.

Data pada tabel 2 merupakan data hasil pengukuran tingkat kekeruhan, konsentrasi klorofil dan berat kering biomassa mikroalga yang ditentukan secara gravimetri. Data konsentrasi klorofil dan berat kering biomassa kemudian di plot pada grafik untuk melihat hubungan antara konsentrasi klorofil dengan berat kering biomassa. Sampel yang digunakan pada perlakuan ini adalah suspensi mix mikroalga yang merupakan campuran antara *Chlorella* Sp., *Scenedesmus* Sp. dan *Ankistrodesmus* Sp. dengan perbandingan 2:1:1 (perlakuan a).

Tabel 2. Data Pengenceran Suspensi Mikroalga (C:S:A=2:1:1)

Pengenceran (%)	Kekeruhan (NTU)	Klorofil a (mg/L)	Berat Kering (mg/L)
50	44,9	1,043	231,97
75	95,4	1,172	511,82
100	137,3	2,523	615,51
125	157,3	2,680	783,11
150	154,7	2,806	1034,46

Selain suspensi mix mikroalga, sampel lain yang diukur adalah sampel air artifisial yang merupakan suspensi mix mikroalga yang ditambahkan suspensi kaolin kedalamnya. Pada perlakuan ini, suspensi mikroalga yang telah diencerkan masing-masing ditambahkan 100 ml suspensi kaolin yang telah dibuat sebelumnya (perlakuan b). Hal ini dilakukan sebagai pendekatan pada air permukaan yang pada kondisi aktualnya mengandung partikel tersuspensi yang lebih beragam. Data hasil pengukuran pada perlakuan a (tabel 2) dan perlakuan b (tabel 3) kemudian di plot pada grafik untuk dianalisis lebih lanjut.

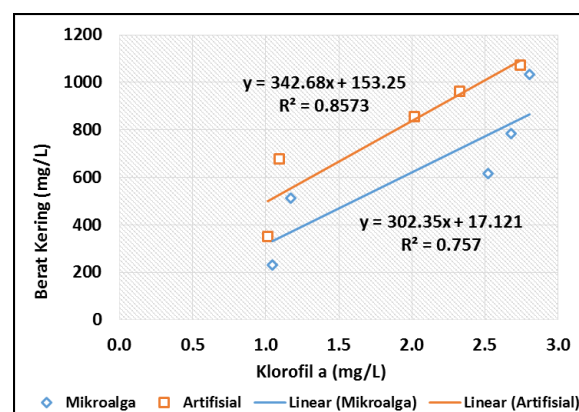
Tabel 3. Data Pengenceran Sampel Artifisial
(suspensi mix mikroalga + 100 ml suspensi kaolin pada tiap pengenceran)

Pengenceran	Kekeruhan	Klorofil a	Berat Kering
(%)	(NTU)	(mg/L)	(mg/L)
50	52,5	1,014	351,06
75	101,3	1,094	677,38
100	127,8	2,015	854,58
125	144,0	2,329	962,91
150	160,2	2,743	1071,24

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data pada tabel 2 dan tabel 3 diketahui bahwa kandungan klorofil a yang terukur adalah sekitar 0,2% sampai 0,5% dari berat kering biomasanya. Nilai tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan persentase klorofil a pada *standard methods* bagian 10200 H yang menyatakan bahwa Kandungan klorofil a pada mikroalga setara dengan 1% sampai 2% berat keringnya. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti tidak optimumnya proses ekstraksi klorofil yang mungkin diakibatkan oleh kurangnya waktu ekstraksi, tidak sempurnanya proses maserasi ataupun faktor non-teknis lainnya yang mungkin terjadi pada proses penelitian. Semua hal tersebut diatas telah coba diantisipasi pada proses penelitian yaitu dengan melakukan proses ekstraksi klorofil mengacu pada metode standar

yang tentunya telah tervalidasi, sehingga faktor validitas metode analisis dapat dipastikan tidak menjadi masalah. Selain itu, setiap sampel yang dianalisis diperlakukan dengan metode dan perlakuan yang sama dan konsisten agar diperoleh data hasil analisis yang konsisten (sehingga diperoleh kesimpulan yang juga konsisten).

Pada gambar 3 dapat diamati bahwa pada kedua perlakuan baik perlakuan a ataupun perlakuan b, konsentrasi klorofil memiliki korelasi positif dengan berat kering biomasa mikroalga. Dalam hal ini kedua variabel bukanlah merupakan faktor yang saling mempengaruhi satu sama lain, korelasi yang dimaksud adalah bahwa berdasarkan grafik pada gambar 3 terdapat hubungan antara konsentrasi klorofil dengan berat biomasa sehingga konsentrasi klorofil dapat digunakan sebagai pendekatan dalam menentukan berat kering biomasa berdasarkan pada persamaan regresi linier $y = 302,35x + 17,121$ untuk perlakuan a dan persamaan regresi linier $y = 342,68x + 153,25$ untuk perlakuan b. Hal ini ditandai dengan nilai $R_a = 0,870$ ($R^2 = 0,757$) untuk perlakuan a dan $R_b = 0,924$ ($R^2 = 0,857$) untuk perlakuan b (koefisien korelasi perlakuan a dan perlakuan b), yang secara statistik dapat diartikan bahwa kedua variabel tersebut mempunyai korelasi positif yang cukup erat.



Gambar 3. Kurva hubungan konsentrasi klorofil a dengan berat kering biomasa.

Selain mengamati korelasi antara kedua variabel, pada gambar 3 juga dapat diamati

bahwa hasil pengukuran berat kering pada perlakuan b (sampel air artifisial) lebih tinggi daripada hasil pengukuran berat kering pada perlakuan a (sampel mix mikroalga) pada setiap perlakuan pengenceran. Hal ini secara jelas menunjukkan bahwa pengukuran berat kering sangat dipengaruhi oleh kandungan partikel tersuspensi lain di dalam sampel air yang dianalisis. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada kondisi tertentu pada saat terdapat perbedaan konsentrasi partikel tersuspensi lain pada beberapa sampel air, penentuan berat kering berdasarkan pada pendekatan konsentrasi klorofil tidak dapat lagi dilakukan. Dengan kata lain, pendekatan ini hanya dapat diaplikasikan pada sampel air yang kandungan padatan tersuspensinya cenderung konstan.

Pengaruh Kandungan Padatan Tersuspensi Lain Terhadap pengukuran Konsentrasi Pigmen

Dua jenis perlakuan berbeda telah dilakukan terhadap objek percobaan untuk

mengetahui sejauh mana pengaruh kandungan padatan tersuspensi terhadap pengukuran konsentrasi pigmen. Pada tahap ini dilakukan analisis secara statistik terhadap data hasil pengukuran pada perlakuan a (pengenceran sampel mix mikroalga) dan perlakuan b (pengenceran sampel air artifisial). Analisis statistik yang dilakukan adalah *independent sample T test* menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 17.0.

Prinsip analisis statistik ini ialah dengan membandingkan rata-rata dua kelompok data yang bersifat *independent* (tidak berhubungan satu sama lain) untuk melihat perbedaan berdasarkan pada perbedaan rata-rata antara dua kelompok data tersebut. Data yang dibandingkan adalah data hasil pengukuran pada perlakuan a (tabel 2) dan data hasil pengukuran pada perlakuan b (tabel 3). Pada tabel 4 dapat diamati hasil analisis statistik yang telah dilakukan pada kedua kelompok data pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Secara Statistik (*independent sample T test*)

			Klorofil_a	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances		F	.574	
		Sig.	.471	
t-test for Equality of Means	95% Confidence Interval of the Difference	t	.400	.400
		df	8	7.880
		Sig. (2-tailed)	.700	.700
		Mean Difference	.20580	.20580
		Std. Error Difference	.51483	.51483
		Lower	-.98139	-.98453
		Upper	1.39299	1.39613

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi pada uji variansi adalah 0,471, nilai tersebut lebih besar dari α (0,05) yang artinya variansi kedua kelompok data tersebut adalah identik. Nilai signifikansi pada uji t adalah 0,700, nilai tersebut lebih

besar dari α (0,05) yang berarti tidak ada perbedaan nyata antara kedua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan data pada percobaan ini, secara statistik, kandungan partikel tersuspensi lain sebagai penyebab kekeruhan tidak mempunyai

pengaruh yang signifikan terhadap penentuan konsentrasi klorofil secara spektrofotometri.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai permasalahan ini, mengingat beragamnya kandungan partikel tersuspensi di dalam air. Pada penelitian ini kaolin yang diasumsikan sebagai partikel tersuspensi lain selain mikroalga dapat dikatakan tidak melepaskan pigmen yang dapat mengganggu hasil penentuan konsentrasi klorofil. Lain hal nya apabila ditemukan adanya partikel tersuspensi lain yang dapat melepaskan pigmen ketika dilakukan proses ekstraksi dengan pelarut organik, hal ini tentu akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran klorofil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif yang cukup erat antara konsentrasi klorofil dengan berat kering biomasa mikroalga yang kecenderungannya mengikuti persamaan regresi linier $y = 302,35x + 17,121$. Penentuan berat kering berdasarkan pada pendekatan pengukuran konsentrasi klorofil dapat diaplikasikan pada sampel air dengan kondisi kandungan padatan tersuspensi yang cenderung konstan dan bersifat inert (tidak menghasilkan zat yang dapat bereaksi dengan pelarut organik pada saat dilakukan dilakukan proses ekstraksi klorofil). Selain itu, berdasarkan hasil olah data dapat disimpulkan pula bahwa pengaruh kandungan partikel tersuspensi lainnya di dalam sampel air tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan (secara statistik). Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kandungan partikel tersuspensi lainnya di dalam sampel air dalam penentuan konsentrasi klorofil yang terkandung dalam mikroalga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Astri Rinanti Nugroho, MT yang telah telah berkenan memberikan arahan dan bantuan fasilitas dalam rangka pelaksanaan penelitian ini (khususnya dalam hubungannya dengan pemanfaatan fasilitas laboratorium penelitian mikroalga).

DAFTAR PUSTAKA

- APHA, AWWA and WEF. (2012) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, No. 2130, 22nd Edition , Washington DC.
- Czaplicka-Kotas, Anna and olanta Lodowska (2014) Biomonitoring of Surface Water by Synchronous Culture of *Chlorella Vulgaris* Algae. Environmental Protection Engineering Vol. 40 No. 4. DOI: 10.5277/epel140403.
- Fetscher, A. E. and Karen McLaughlin (2008) Technical Reports 563. Incorporating Bioassessment Using Freshwater Algae into California's Surface Water Ambient Monitoring Program (SWAMP).
- Henriques, Silva M. A. and Rocha J. (2007) Extraction and Quantification of Pigments From A Marine Microalga : A Simple and Reproducible Method. Communicating Current Resesarch and Educational Topics and Trends In Applied Microbiology. Formatex.
- Kshirsagar, Ayodhya D. (2013) Use of Alga as a Bioindicator to Determine Water Quality of River Mula from Pune City, Maharashtra (India). Universal Journal of Environmental Research and Technology Volume 3, Issue 1: 79-85. e-ISSN: 2249 0256.
- Montoya-Moreno, Yimmy and Nestor Aguirre-Ramirez (2013) Knowledge to Ecological Preferences in a Tropical Epiphytic Algae to Use with Eutrophication Indicators. Journal of Environmental Protection Vol. 4, 27-35.
- Lavoie, I., Warwick F. C., Reinhard Pienitz and Jean Painchaud (2004) Benthic Algae as Bioindicators of Agricultural Pollution in the Streams and Rivers of Southern Quebec (Canada). Aquatic Ecosystem Health & Management., 7(1):43-58. ISSN: 1463-4998 print / 1539-4077 online. DOI: 10.1080/14634980490281236.
- Lazic, Z. R. (2004) Design of Experiments in Chemical Engineering. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim ISBN: 3-527-31142-4

- Lindu, M., Tita P dan Dian A. R. (2010) Sintesis dan Uji Kemampuan Membran Mikrofiltrasi Seluosa dari *Nata De Coco* untuk Penyisihan Kekeruhan Pada Air Artifisial. Jurnal Sains Materi Indonesia Vol. 12, No. 3, hal : 153-158. ISSN: 1411-1098.
- Markert, B. A., A. M. Breure and H. G. Zechmeister, editor (2003) Bioindicators and Biomonitors. Elsevier Science.
- Park, Hun Myoung (2009) Computing Group Means : T-tests and One-way ANOVA Using STATA, SAS, R and SPSS. Working Paper. The University Information Technology Services (UITS) Center for Statistical and Matematical Computing, Indiana University.
- Rinanti, A., Edwan K., Dea Indriani A dan Kania D. (2013) Screening of Potential Photosynthetic Microalgae from Wastewater Treatment Plant for Carbon dioxide Capture and Storage. Asian Transactions on Science Technology Vol. 03 Issue 01. ATST ISSN: 2221-4283).
- Wan Maznah Wan Omar (2010) Perspectives on the use of Algae as Biological Indicators for Monitoring and Protecting Aquatic Environments, with Special Reference to Malaysian Freshwater Ecosystems. Trop Life Sci Res. 21(2): 51-67.

