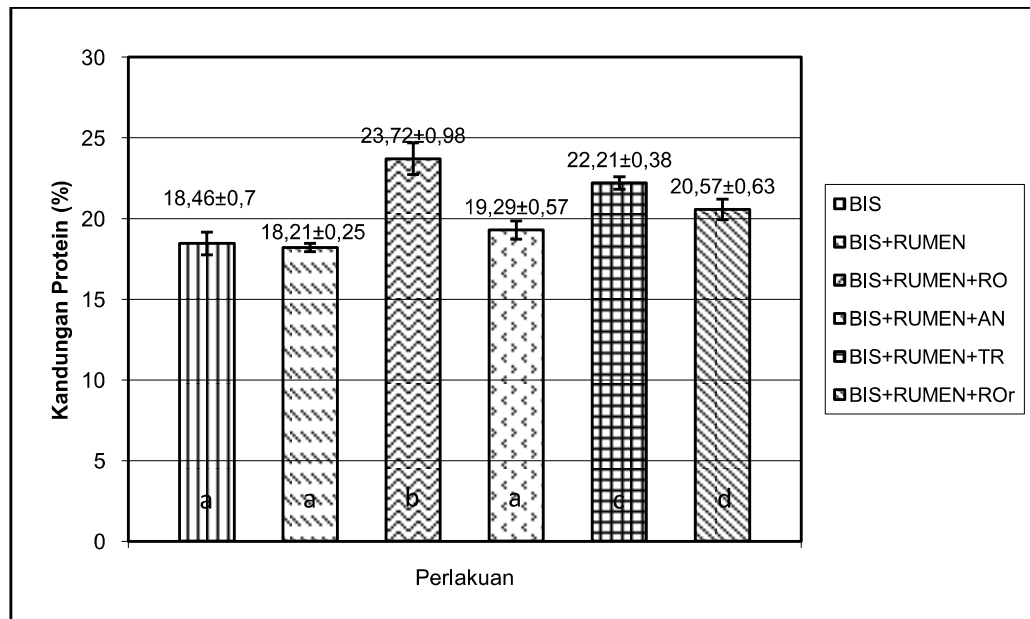


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Uji Proksimat Bahan Pakan

Pada proses pembuatan pakan dilakukan uji proksimat bahan pakan yang telah ditambahkan enzim rumen dan fermentasi menggunakan 4 jenis kapang, antara lain : *Rhizopus oligosporus*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei*, dan *Rhizopus oryzae* baik berupa bahan dasar maupun pakan uji. Hasil uji proksimat dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 8. Uji proksimat protein pada BIS

Selain sebagai zat makanan bagi ikan, protein merupakan sumber energi yang penting bagi tubuh ikan dan merupakan penyusun utama jaringan tubuh (Amri,

2006). Berdasarkan hasil uji proksimat, kandungan protein pada bahan pakan dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah sebagai berikut : BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *Rhizopus oligosporus* (23,72%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *Trichoderma reesei* (22,21%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *Rhizopus oryzae* (20,57%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *Aspergillus niger* (19,29%), BIS tanpa penambahan enzim dan kapang (18,46%), serta BIS dengan penambahan enzim rumen (18,21%). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (BIS) tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan D tapi berpengaruh nyata terhadap perlakuan C, E dan F (Gambar 8).

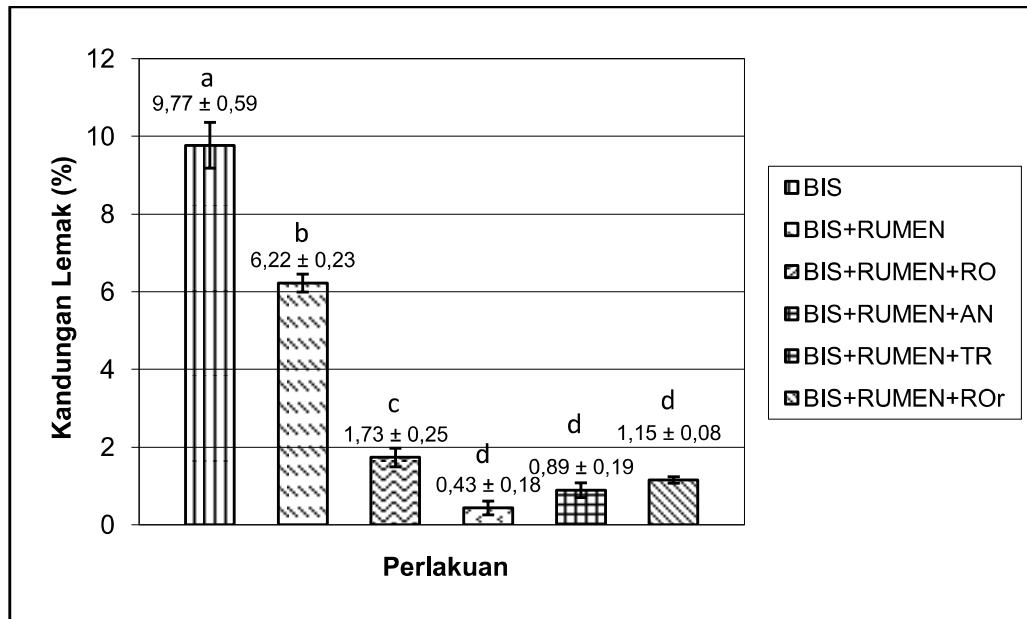
Nilai kandungan protein BIS yang telah diberi enzim rumen mengalami penurunan dari kandungan protein awal 18,46% menjadi 18,21%. Penurunan nilai protein tersebut menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh hidrolisis enzim rumen terhadap peningkatan nilai protein. Semua BIS yang telah dicampur enzim rumen dan difermentasi dengan keempat jenis kapang masing-masing mengalami peningkatan nilai kandungan protein.

Peningkatan kandungan protein pada perlakuan fermentasi terjadi akibat penambahan protein mikroba pada substrat fermentasi serta kandungan lemak yang menurun. Bahan pakan yang mengalami peningkatan protein tertinggi adalah BIS yang ditambah enzim rumen dan difermentasi dengan kapang *R. oligosporus*. Hasil analisis proksimat di Laboratorium Teknologi Industri Pakan Ternak

Fakultas Peternakan Unand, produk fermentasi BIS dengan kapang *R. oligosporus* dapat meningkatkan protein kasarnya dari 15,43% menjadi 19,25%.

Kandungan protein meningkat pada perlakuan BIS setelah difermentasi menggunakan kapang. Kapang *T. reesei*, *R. oryzae*, dan *A. niger* mampu menaikkan kandungan protein dengan nilai yang bervariasi karena masing-masing kapang memiliki fungsi yang berbeda. *T. reesei* mampu meningkatkan kandungan protein kasar pada BIS dari 16,50% menjadi 23,39 - 24,37% (Jaelani, 2008). *R. oryzae* digunakan sebagai agen fermentasi karena dapat merombak protein dan lemak (Hapsari, 2008). *A. niger* mengandung enzim protease yang dapat menghidrolisis protein pakan menjadi asam amino atau peptida sederhana sehingga mudah dicerna (Palinggi, 2008).

Bungkil inti sawit merupakan limbah dari pabrik minyak kelapa sawit yang mengandung kadar protein 19,93% (Palinggi, 2008). Berbeda dengan pengujian Diamahesa (2010) yang menyatakan bahwa kandungan protein pada tepung BIS berkisar antara 13 - 22%. Sedangkan pada penelitian ini kandungan protein pada BIS sebesar 18,46%. Variasi ini disebabkan oleh adanya perbedaan jenis kelapa sawit, umur tanaman, teknik ekstraksi, dan daerah asal (Supriyati, 1998). Kadar protein pada BIS yang telah ditambahkan enzim rumen dan diinkubasi selama 24 jam mengalami penurunan menjadi 18,21%. Hal ini didukung dengan adanya peningkatan kadar air, karena sebagian besar enzim rumen yang dicampurkan dalam bentuk air.



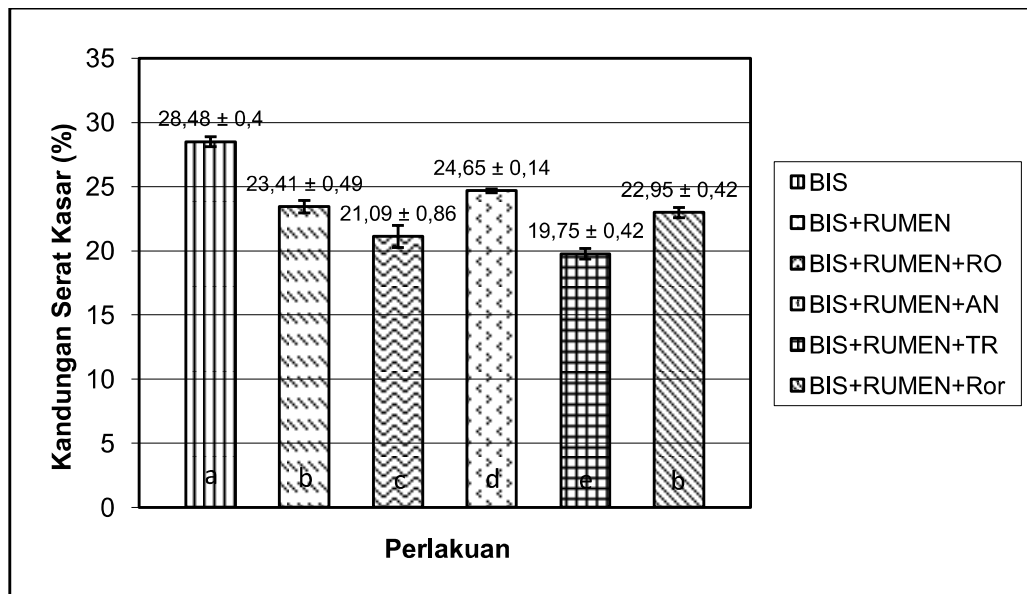
Gambar 9. Uji proksimat lemak pada BIS

Proses fermentasi mempengaruhi peningkatan kandungan protein dan menurunkan kandungan lemak pada bahan yang telah diuji. Lemak merupakan salah satu makronutrien bagi ikan karena selain berfungsi sebagai sumber energi non protein dan asam lemak essensial, juga berfungsi memelihara bentuk dan fungsi fosfolipid, serta membantu dalam absorpsi vitamin yang larut dalam lemak dan mempertahankan daya apung tubuh (Diamahesa, 2010).

Hasil uji proksimat kandungan lemak pada bahan pakan dari yang terendah hingga tertinggi berturut-turut adalah BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *A. niger* (0,43%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *T. reesei* (0,89%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *R. oryzae* (1,15%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *R. oligosporus* (1,73%), BIS dengan penambahan enzim rumen tanpa fermentasi (6,22%), serta BIS tanpa enzim rumen dan fermentasi (9,77%)

(Gambar 9). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (BIS) berpengaruh nyata terhadap perlakuan B, C, D, E dan F.

Kandungan lemak pada BIS yang ditambah enzim rumen mengalami penurunan seiring dengan adanya kenaikan kandungan protein, yaitu dari 9,77% menjadi 6,22%. Kandungan lemak terendah terdapat pada BIS yang ditambahkan enzim rumen dan difermentasi dengan *A. niger*. Sesuai dengan pernyataan Palinggi (2008), bahwa *A. niger* mampu menghasilkan enzim lipase yang dapat merombak lipid menjadi senyawa yang lebih sederhana. Kandungan lemak yang rendah pada BIS tidak mempengaruhi kebutuhan ikan akan lemak pada pakan, karena sumber lemak dapat berasal dari minyak nabati dan minyak ikan. Sumber lemak yang baik untuk ikan nila adalah lemak yang berasal dari minyak nabati seperti minyak jagung dan minyak kedelai, karena mengandung asam lemak linoleat yang baik untuk pertumbuhan dibandingkan minyak ikan yang mengandung asam lemak Ekosapentanoat (EPA) (Diamahesa, 2010).



Gambar 10. Uji proksimat serat kasar pada BIS

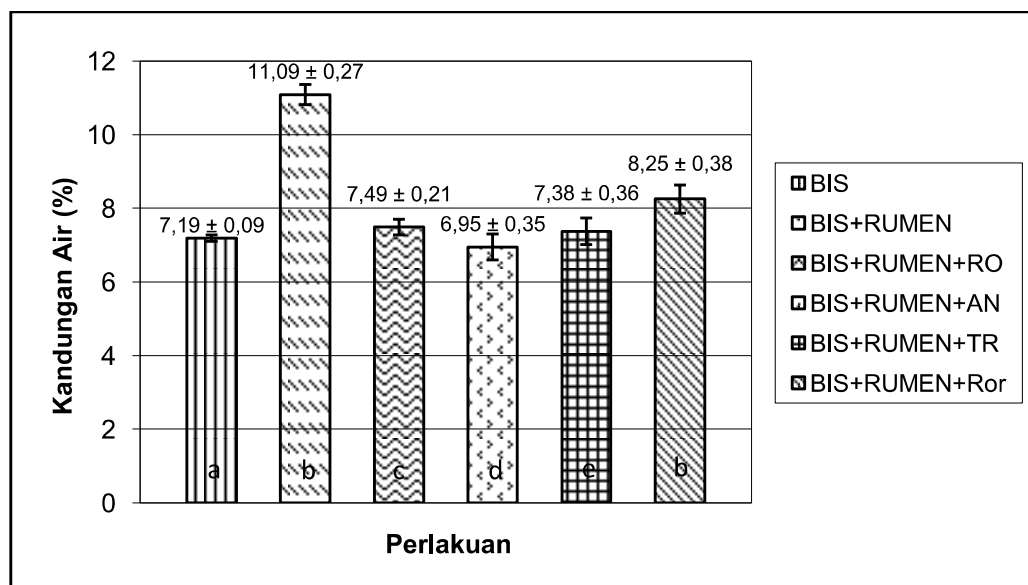
Serat kasar merupakan komponen karbohidrat yang kaya akan lignin dan selulosa yang sulit dicerna oleh ikan (Fitriyanti, 2010). Kadar serat kasar pada BIS yang cukup tinggi yaitu 28,48% membuat nilai kecernaannya rendah. BIS mengandung polisakarida berupa manan yang bersifat tidak dapat dicerna dan tidak larut dalam air (Sundu dan Dingle, 2003). Salah satu usaha untuk mengatasi serat kasar yang tinggi adalah dengan penambahan bahan lain seperti enzim pencerna serat dalam bahan pakan.

Hasil uji proksimat kandungan serat kasar pada bahan pakan dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah BIS tanpa penambahan enzim dan fermentasi (28,48%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *A. niger* (24,65%), BIS dengan penambahan enzim rumen (23,41%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi *R. oryzae* (22,95%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *R. oligosporus* (21,09%), serta BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *T. reesei* (18,46%) (Gambar 10). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (BIS) memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan B, C, D, E dan F.

Cairan rumen dalam kerjanya yang non spesifik mengandung enzim selulase, amilase, protease, xilanase, mananase, dan fitase (Budiansyah, 2011). BIS mengandung karbohidrat non pati yang sulit dicerna oleh ikan. Sebanyak 78% kandungan manan yang termasuk jenis hemiselulosa terdapat dalam serat kasar BIS. Manan dapat dipecah oleh mananase yang terdapat di dalam enzim rumen menjadi komponen yang lebih sederhana lagi yaitu manosa sehingga dapat diserap

oleh tubuh ikan. Enzim mananase akan memotong secara acak rantai utama manan dan hetero β -D-manan menjadi gula terlarut, yaitu manodekstrin dan manosa (Aurora, 2003).

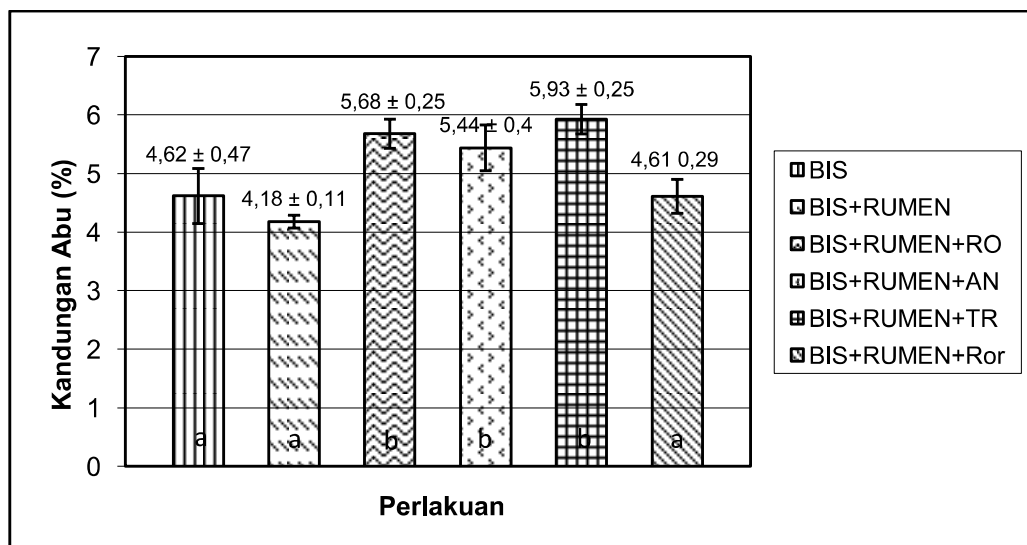
Hasil uji proksimat BIS yang telah ditambahkan enzim rumen mengalami penurunan serat kasar dari 28,48% menjadi 23,41%. Hal ini membuktikan bahwa enzim yang terdapat dalam rumen dapat memecah serat kasar menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh tubuh ikan nila. Bungkil inti sawit yang ditambah enzim rumen dan fermentasi *T. reesei* mengalami penurunan serat kasar yang terendah yaitu 19,75%. Hal ini sesuai dengan pendapat Jaelani (2008) bahwa *T. reesei* lebih dapat mencerna hemiselulosa dalam bentuk manan dibandingkan selulosa. BIS yang difermentasi menggunakan kapang *A. niger* mengalami penurunan menjadi 24,65%. *A. niger* mengandung enzim fitase ekstraseluler yang dapat mengurangi kandungan asam fitat yang tidak dapat dicerna (Palinggi, 2008). Kapang *R. oligosporus* yang memfermentasi BIS menurunkan kandungan serat kasar menjadi 21,09%, sedangkan *R. oryzae* menurun hingga 22,95%.



Gambar 11. Uji proksimat air pada BIS

Hasil uji proksimat kandungan air kandungan air dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah BIS dengan penambahan enzim rumen (11,09%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *R. oryzae* (8,25%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *R. oligosporus* (7,49%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *T. reesei* (7,38%), BIS tanpa penambahan enzim dan fermentasi (7,19%), serta BIS yang ditambahkan enzim rumen dan fermentasi kapang *A. niger* (6,95%) (Gambar 11). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (BIS) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perlakuan C, D dan E tetapi memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan B dan F.

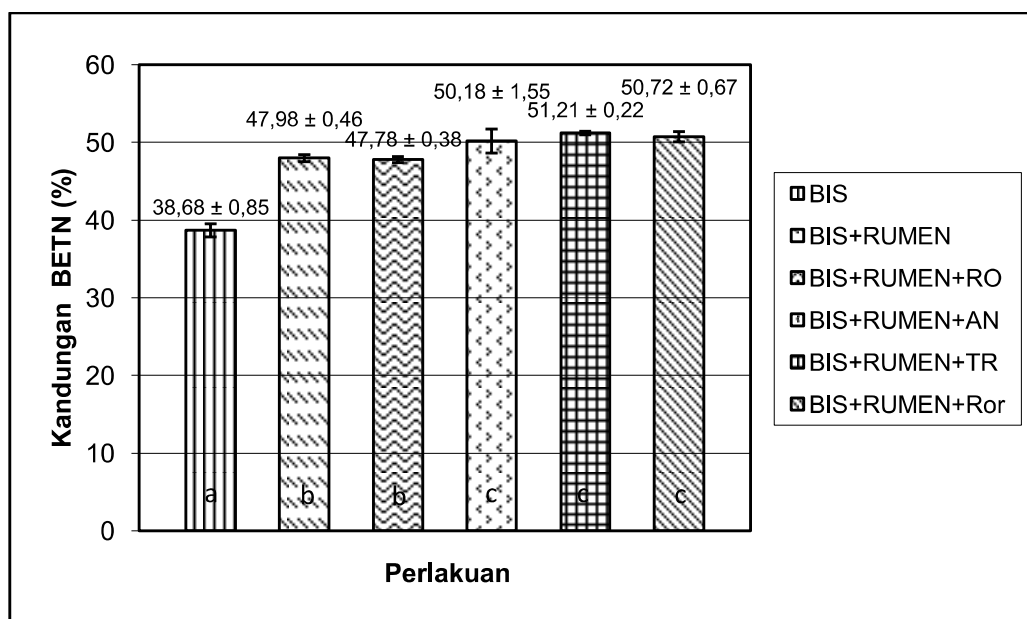
Kandungan air pada BIS yang diberi perlakuan campuran enzim rumen merupakan kadar yang tertinggi, karena enzim rumen yang dicampurkan sebagian besar berupa air. Bungkil inti sawit yang diberi enzim rumen dan difermentasi dengan empat jenis kapang masing-masing mengalami penurunan kandungan air. Penurunan kadar air disebabkan karena pada proses fermentasi terjadi peningkatan suhu, sehingga air yang ada didalam BIS menguap akibat proses metabolisme spora yang dihasilkan.



Gambar 12. Uji proksimat abu pada BIS

Hasil uji proksimat kandungan abu dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi *T. reesei* (5,93%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *R. oligosporus* (5,68%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *A. niger* (5,44%), BIS tanpa perlakuan (4,62%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi *R. oryzae* (4,61%), serta BIS dengan penambahan enzim rumen (4,18%) (Gambar 12). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (BIS) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perlakuan C dan F tetapi memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan B, D dan E.

Menurut Ekasari (2009), abu adalah zat organik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Hasil uji proksimat kadar abu pada penelitian yang diperoleh dibawah 6%. Menurut Maynard (1979) kadar abu yang baik yang ada pada pakan ikan sebesar 13% dari nutrisi pakan yang digunakan. Kadar abu yang diperoleh dari pakan belum mencapai kadar standar dalam kebutuhan ikan.



Gambar 13. Uji Proksimat BETN pada BIS

Hasil uji proksimat kandungan BETN dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi *T. reesei* (51,21%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *R. oryzae* (50,72%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi oleh *A. niger* (50,18%), BIS dengan penambahan enzim (47,98%), BIS dengan penambahan enzim rumen dan fermentasi *R. oligosporus* (47,78%), serta BIS tanpa perlakuan (38,68%) (Gambar 13). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (BIS) memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua perlakuan.

Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) merupakan senyawa organik yang termasuk dalam karbohidrat yang mudah larut (Ekasari, 2009). Hasil penelitian memperlihatkan kandungan BETN meningkat berkisar antara 48-51%. Nilai tersebut memenuhi kebutuhan karbohidrat untuk ikan nila.

Berikut adalah tabel hasil uji proksimat BIS dengan berbagai perlakuan yang telah dicampur pakan acuan sebagai kontrol :

Tabel 3. Hasil uji proksimat pakan uji

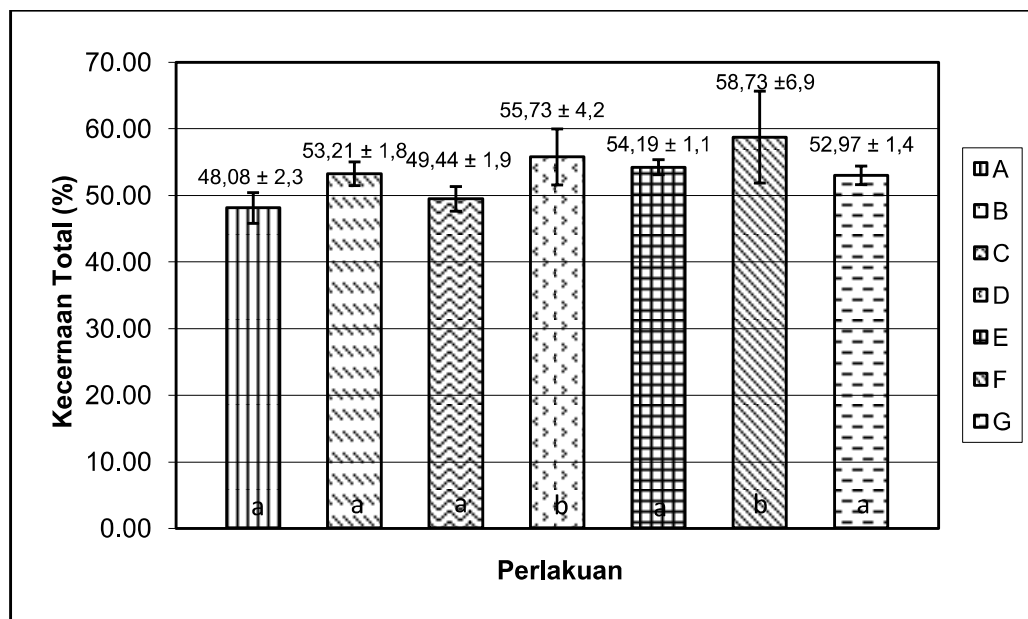
Bahan	Analisis Proksimat					
	Air	Protein	Lemak	Abu	Serat Kasar	BETN
Pakan Acuan	7,21	27,24	4,67	10,02	9,57	48,50
Pakan BIS	6,40	20,31	5,20	8,64	25,55	40,29
Pakan BIS+Rumen	7,12	25,92	4,70	9,30	8,22	51,87
Pakan BIS+Rumen+RO	8,98	24,82	4,28	10,83	9,56	50,51
Pakan BIS+Rumen+AN	7,17	26,26	5,51	9,34	8,34	50,55
Pakan BIS+Rumen+TR	6,88	25,24	4,73	9,85	7,98	52,20
Pakan BIS+Rumen+ROr	7,51	25,29	4,48	9,56	9,12	51,55

Laboratorium Kimia Nutrisi Ikan Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor (2012).

Hasil uji proksimat ini didukung dengan adanya uji kecernaan yang diaplikasikan pada ikan dan didapat hasil sebagai berikut:

b. Kecernaan Total

Kecernaan total bahan pakan berbasis tepung bungkil inti sawit diperoleh hasil dari yang tertinggi sampai terendah berturut-turut adalah sebagai berikut : F (58,73%), D(55,73%), E(54,19%), B(53,21%), G(52,97%), C(49,44%), dan A(48,08%) (Gambar 14). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, E dan G, namun berpengaruh nyata terhadap perlakuan D dan F.



Gambar 14. Hasil uji kecernaan total pada feses ikan nila

Kecernaan total bahan pakan terjadi peningkatan setiap perlakuannya dibandingkan dengan perlakuan A sebagai kontrol. Kenaikan tersebut disebabkan oleh penambahan bahan baku pakan sebagai sumber protein nabati, yaitu tepung

BIS. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh penggunaan BIS yang ditambah cairan rumen maupun yang difermentasi dengan kapang terhadap pencernaan total.

Enzim rumen yang ditambahkan pada bahan pakan memberikan pengaruh pada sifat serat bahan pakan. Diamahesa (2010) mengungkapkan bahwa kandungan serat kasar pada BIS sangat tinggi yaitu 23% bobot kering dan 78% berupa manan yang tidak dapat dicerna. Dibutuhkan bantuan enzim dalam bahan pakan untuk mengubah manan menjadi komponen yang lebih sederhana seperti manosa yang dapat dicerna oleh tubuh. Enzim rumen mengandung selulase, amilase, protease, xilanase, mannanase dan fitase (Budiansyah, 2011). Manan dalam BIS dicerna oleh enzim mananase menjadi komponen yang lebih sederhana. Selain itu enzim amilase dan selulase yang disekresikan oleh mikroba dapat menurunkan kadar serat pada BIS. Enzim amilase akan menghidrolisis ikatan α -1,4 menjadi D-glukosa, maltosa dan sejumlah kecil destrin. Enzim selulase akan menghidrolisis selulosa menjadi D-glukosa yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Enzim fitase dalam cairan rumen dapat menghidrolisis asam fitat secara bertahap menjadi senyawa turunannya, yang dapat larut dan terserap dalam sistem pencernaan (Fitriliyani, 2008).

Fermentasi merupakan suatu proses yang terjadi melalui kerja mikroorganisme atau enzim untuk mengubah bahan-bahan organik kompleks seperti : protein, karbohidrat, dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana (Amri, 2006). Proses fermentasi dengan cara dan dosis yang sesuai mampu menghasilkan

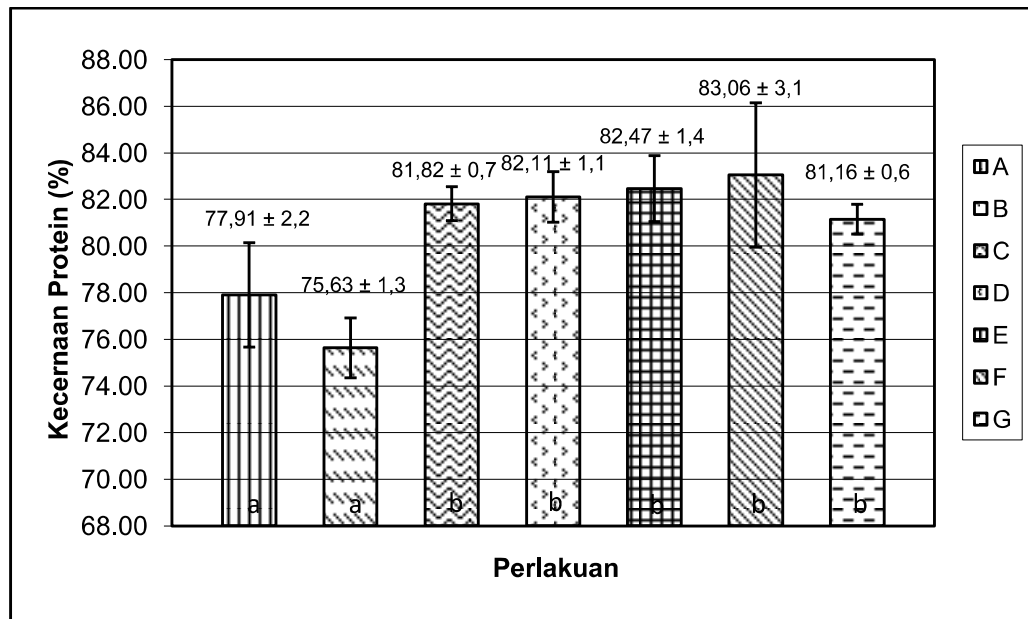
produk protein, menurunkan kadar lemak, serta membentuk atau menyederhanakan karbohidrat kompleks (Suhenda, 2010).

R. oligosporus dikenal sebagai kapang yang mampu memproduksi enzim lipase untuk merombak lemak media (Suhenda, 2010). *R. oligosporus* juga mampu mensintesis protease yang paling banyak, sedangkan amilase dalam jumlah yang sedikit, kedua enzim ini bekerja dalam pemecah protein dan amilum dari substrat (Amri, 2006). *A. niger* mengandung enzim protease yang dapat menghidrolisis protein pakan menjadi asam amino atau peptida sederhana sehingga mudah dicerna. Dengan adanya *A. niger* dalam pakan dapat meningkatkan metabolisme dalam sel, dan secara tidak langsung akan menghasilkan penyimpanan protein dalam tubuh ikan (Palinggi, 2008). *T. reesei* mampu mendegradasi manan dalam BIS dengan meningkatnya nilai energi metabolisme sejati dan total gula terlarut karena adanya perubahan polisakarida (manan) seperti : bentuk yang lebih sederhana (oligosakarida) menjadi mannosatriosa, mannobiosa dan mannose (Jaelani, 2005). *R. oryzae* akan menghasilkan asam laktat murni dalam bentuk L-asam laktat, dan tumbuh dalam media minimal, dan proses pemisahan sel dari brot kultur lebih mudah (Hidayat, 2006).

c. Kecernaan Protein

Nilai kecernaan protein ikan nila selama penelitian dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah sebagai berikut : perlakuan F (83,06%), E(82,47%), D(82,11%), C(81,82%), G(81,16%), A(77,91%), dan B(75,63%) (Gambar 15). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95%

menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan B, namun berpengaruh nyata terhadap perlakuan C, D, E, F dan G. Histogram pencernaan protein dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil uji pencernaan protein pada feses ikan nila

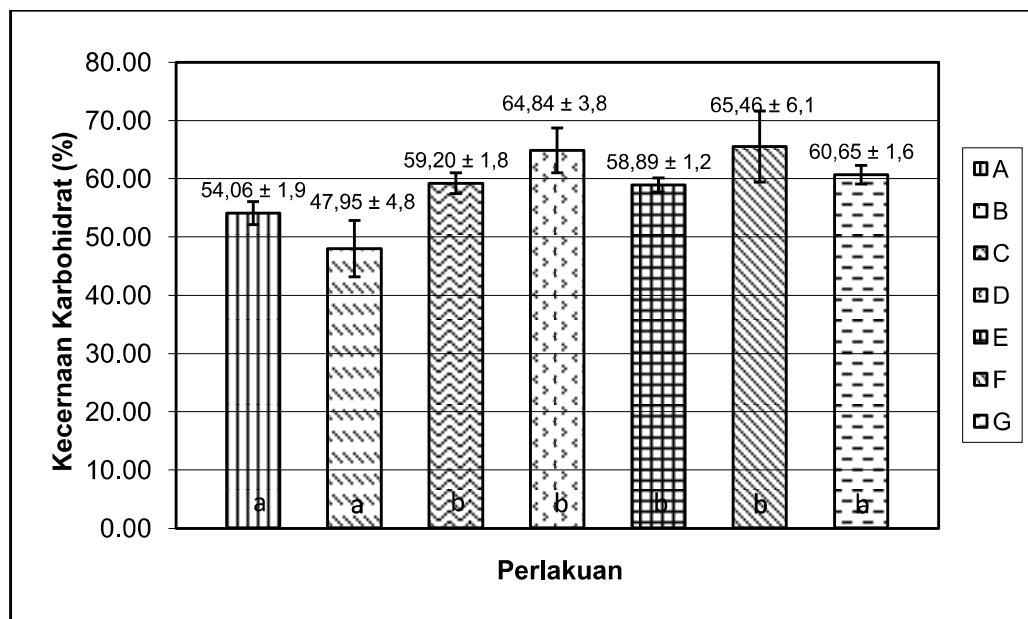
Kebutuhan nutrisi ikan akan terpenuhi dengan adanya protein dalam pakan. Protein merupakan molekul kompleks yang terdiri dari asam amino esensial dan non esensial. Protein adalah nutrisi yang sangat dibutuhkan sebagai perbaikan jaringan tubuh yang telah rusak (Diamahesa, 2010).

Kecernaan protein pada perlakuan C, D, E, F dan G meningkat karena ada pengaruh yang diberikan oleh perlakuan penambahan enzim dan fermentasi oleh keempat jenis kapang. Kecernaan protein tertinggi terdapat pada perlakuan F yaitu penambahan bahan pakan tepung bungkil inti sawit yang telah dicampur enzim rumen dan kapang *T. reesei*. Hasil penelitian Jaelani (2008) penambahan *T. reesei* dapat meningkatkan kandungan protein pada BIS dari 16,5% menjadi 24,31%.

Kecernaan protein terendah terjadi pada perlakuan B, karena kandungan protein pada BIS yang paling rendah yaitu 18,46%.

d. Kecernaan Karbohidrat

Nilai kecernaan karbohidrat ikan nila selama penelitian dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah sebagai berikut : perlakuan F (83,06%), D (82,47%), G (82,11%), C (81,82%), E (81,16%), A (77,91%) dan B (75,63%) (Gambar 16). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B tapi berpengaruh nyata terhadap perlakuan C, D, E, F dan G. Kecernaan karbohidrat dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Hasil uji kecernaan karbohidrat pada feses ikan nila

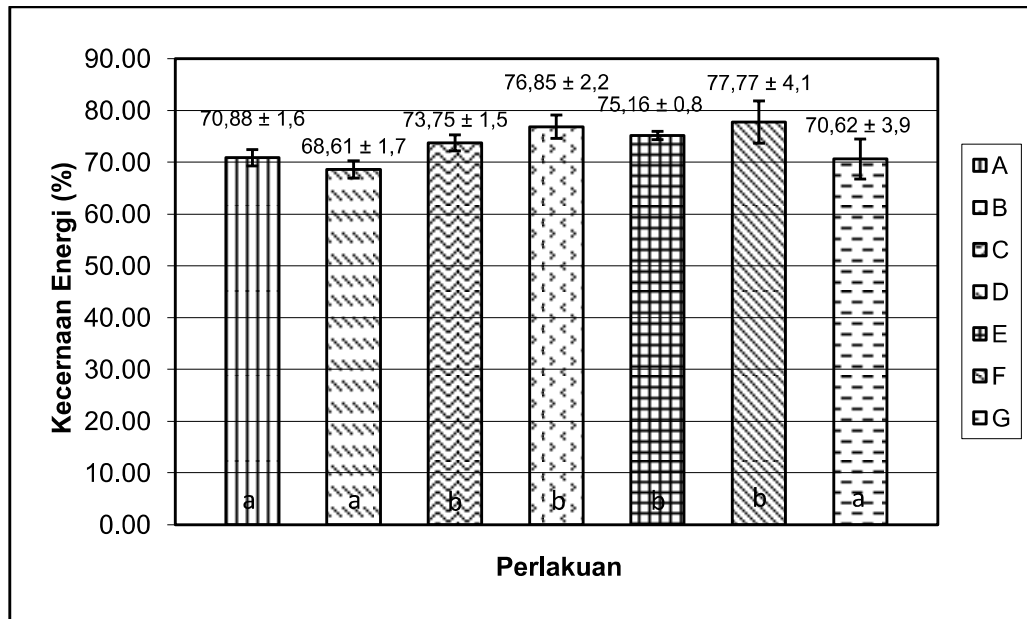
Karbohidrat adalah senyawa yang menyimpan sumber energi kimia yang juga merupakan sumber energi utama bagi ikan. Karbohidrat dapat disimpan dalam bentuk selulosa, hemiselulosa, pektin, khitin, dan lignin. Bungkil inti sawit

mengandung karbohidrat yang didalamnya terdapat 78% manan yang sulit dicerna oleh tubuh ikan (Sundu dan Dingle, 2003). Dibutuhkan setidaknya enzim mananase dalam pakan untuk mencerna serat kasar manan.

Kecernaan tertinggi terdapat pada perlakuan F pakan berbahan BIS dengan pencampuran enzim rumen dan fermentasi oleh kapang *T. reesei*. Penambahan enzim rumen dan fermentasi kapang *T. reesei* yang keduanya mengandung enzim mananase. Bungkil inti sawit tersusun atas hemiselulosa, dimana fraksi polisakarida manan adalah yang terbanyak (Jaelani, 2008). Maka pendegradasian manan secara total mampu memecah ikatan tersebut dan merubahnya menjadi oligosakarida atau bahkan monosakarida yang mudah dicerna. Dengan dihidrolisisnya polisakarida manan menjadi beberapa oligosakarida/monosakarida yang mudah dicerna tubuh menyebabkan terjadinya peningkatan nilai nutrisi. Kecernaan karbohidrat terendah terjadi pada perlakuan B dimana bahan pakan menggunakan BIS tanpa penambahan enzim dan fermentasi.

e. Kecernaan Energi

Nilai kecernaan energi ikan nila selama penelitian dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah sebagai berikut : perlakuan F (77,77%), D (76,85%), E (75,16%), C (73,75%), A (70,80%), G (70,62%) dan B (68,61%) (Gambar 17). Berdasarkan hasil uji statistik pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B dan G tapi berpengaruh nyata terhadap perlakuan C, D, E dan F. Histogram kecernaan karbohidrat dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Hasil uji kecernaan energi pada feses ikan nila

Energi dalam pakan bersumber dari lemak, protein dan karbohidrat. Dalam satu gram lemak terkandung energi sebesar 9,4 kkal, sedangkan dalam protein sebesar 5,6 kkal, dan dalam karbohidrat sebesar 4,1 kkal (Watanabe, 1988). Lemak pakan merupakan sumber asam lemak esensial yang dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan, pemeliharaan dan metabolisme tubuh. Protein adalah nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk perbaikan jaringan tubuh yang rusak, pemeliharaan protein tubuh untuk pertumbuhan, materi untuk pembentukan enzim dan beberapa jenis hormon, dan juga sebagai sumber energi (NRC, 1993). Karbohidrat merupakan sumber energi yang murah dan dapat menggantikan atau menghemat penggunaan protein yang lebih mahal sebagai sumber energi (Millamena, 2002).

Kecernaan energi tertinggi terdapat pada perlakuan F, yaitu pakan dengan bahan BIS dicampur enzim rumen fermentasi oleh kapang *T. reesei*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Jaelani (2008), bahwa terjadi degradasi polisakarida manan

yang ada pada BIS oleh kapang *T. reesei* menjadi bentuk yang lebih sederhana (oligosakarida) yang menghasilkan nilai energi yang cukup baik dibandingkan dalam bentuk polisakarida manan. Nilai pencernaan energi terendah kembali terjadi pada perlakuan B, BIS tanpa penambahan enzim rumen dan fermentasi.

f. Kualitas Air

Kelangsungan hidup ikan sangat dipengaruhi oleh kualitas air. Kualitas air yang buruk akan mengganggu proses pertumbuhan, menurunkan kondisi kesehatan dan menimbulkan penyakit pada ikan atau bahkan menyebabkan kematian. Sebaliknya, kualitas air yang baik akan meningkatkan laju pertumbuhan ikan dan menjauhkan ikan dari berbagai penyakit. Untuk itu lingkungan hidup ikan nila harus sesuai dengan yang dibutuhkan. Parameter kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data kualitas air penelitian

Perlakuan	Parameter						
	Suhu (°C)	DO (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	pH	NH ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)
A	26,4-26,6	4,88-5,32	2,25-2,77	6,69-7,21	0,019-0,022	0,26-0,31	0,24-0,31
B	25,7-26,4	5,22-5,61	2,49-3,11	6,65-6,78	0,018-0,19	0,29-0,32	0,24-0,28
C	26,3-26,5	5,37-6,21	2,23-3,25	6,71-7,17	0,009-0,017	0,19-0,21	0,13-0,35
D	26,3-26,7	4,93-5,52	2,48-3,14	6,72-6,92	0,013-0,021	0,18-0,22	0,22-0,36
E	25,9-26,3	5,34-6,33	2,22-2,88	6,69-7,22	0,014-0,018	0,19-0,24	0,26-0,33
F	26,3-27,0	5,63-6,17	2,59-2,85	6,84-7,20	0,015-0,022	0,17-0,22	0,24-0,30
G	25,4-26,5	4,76-5,56	2,48-3,24	6,73-7,11	0,015-0,022	0,18-0,23	0,25-0,31
Optimum (Referensi)	25-30	> 4	< 4	6-8,5	< 1	< 1	< 1

Suyanto, 2010

Dari data kualitas air di atas menunjukkan bahwa kualitas air yang didapat masih dalam kisaran optimal bagi budidaya ikan nila. Suhu atau temperatur air sangat berpengaruh terhadap metabolisme dan pertumbuhan organisme serta

memengaruhi jumlah pakan yang dikonsumsi organisme perairan. Suhu optimal yang dibutuhkan pada budidaya ikan nila berkisar antara 25-30°C (Suyanto, 2010). Suhu juga memengaruhi oksigen terlarut dalam perairan. Oksigen terlarut diperlukan untuk respirasi, proses pembakaran makanan, aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi dan lain-lain. Kadar oksigen terlarut yang optimal bagi pertumbuhan ikan nila adalah lebih dari 5 mg/l (Suyanto, 2010). Nilai pH merupakan indikator tingkat keasaman perairan .

Beberapa faktor yang memengaruhi pH perairan antara lain : aktivitas fotosintesis, suhu, serta adanya anion dan kation. Nilai pH yang optimal bagi budidaya ikan nila berkisar antara 7–8 (Suyanto, 2010). Hasil penelitian menunjukkan nilai pH kurang dari nilai optimal yang dibutuhkan.

Akumulasi bahan organik akan menyebabkan terjadinya pembentukan senyawa-senyawa yang beracun bagi ikan, mineralisasi nutrisi dari bahan organik dan penyerapan oksigen yang tinggi (Hopkins *et al.*, 1994) sehingga mempercepat penurunan kualitas air. Mineralisasi bahan organik nitrogen yang terdiri atas protein dan asam amino akan menghasilkan nitrogen anorganik, yaitu ammonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) (Djokosetiyanto, 2006). Amonia merupakan bentuk utama ekskresi nitrogen dari organisme akuatik. Sumber utama amonia (NH_3) adalah bahan organik dalam bentuk sisa pakan, kotoran ikan maupun dalam bentuk plankton dari bahan organik tersuspensi. Kisaran ammonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) adalah kurang dari 1 mg/l (Suyanto, 2010). Karbondioksida (CO_2) merupakan hasil dari proses respirasi hewan air.

Karbondioksida dibutuhkan tanaman air baik makro maupun mikro untuk proses fotosintesis yang akan menghasilkan oksigen terlarut dalam air.