

6.3 HASIL ANALISIS KUALITI AIR KOLAM

Pengukuran kualiti air dilakukan di kolam ternakan udang harimau di Bagan Tengkorak serta di stesen perbandingan di Pulau Klang. Pada keseluruhannya sebanyak 23 sampel telah diambil pada fasa 1 dan 120 sampel telah diambil pada fasa 2. Pada fasa pertama, sampel boleh dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu kolam kumpulan A kitar hayat pertama (sebanyak 8 sampel) dan kolam kumpulan B kitar hayat kedua (sebanyak 12 sampel) dan 3 sampel di stesen perbandingan di hutan bakau Pulau Klang. Manakala pada fasa kedua, sebanyak 120 sampel telah diambil sebagai kumpulan kolam C kitar hayat ketiga iaitu 60 sampel ketika udang juvenil dan 60 sampel pada peringkat udang dewasa. Jadual 6.2 menunjukkan pecahan persampelan air. Pada fasa 1, pengukuran kualiti air di setiap kolam udang dilakukan sebanyak 4 kali iaitu 2 kali bagi setiap kitar hayat udang dan pengukuran kualiti air dilakukan sebanyak 6 kali pada fasa 2, iaitu 3 kali ketika juvenil dan 3 kali ketika udang dewasa. Kualiti air di Pulau Klang memberi gambaran keadaan kualiti air marin di kawasan hutan bakau yang bebas daripada sebarang pencemaran akibat pembangunan akuakultur dan sesuai digunakan sebagai perbandingan (Peta 5.1).

JADUAL 6.2 Jadual persampelan air

	Bil sampel	Juvenil	Udang dewasa
Kitar hayat A	8	4	4
Kitar hayat B	12	6	6
Kitar hayat C	120	60	60
Pulau Klang	3	-	-

Stesen A1, A2, A3 dan A4 merupakan stesen kumpulan kolam udang kitar hayat pertama (A), manakala stesen B1, B2, B3, B4, B5 dan B6 merupakan stesen kumpulan kolam udang kitar hayat kedua (B) dan stesen C1, C2, C3 dan C4 pula merupakan stesen kumpulan kolam udang kitar hayat ketiga (C) (Rajah 5.1). Stesen TL1, TL2 dan TL3 pula menunjukkan bacaan air di stesen perbandingan di Pulau Klang yang bebas daripada aktiviti akuakultur.

Analisis keseluruhan kualiti air kolam ternakan udang harimau di Bagan Tengkorak meliputi hasil analisis air kolam kumpulan A, hasil analisis kualiti air kolam kumpulan B, hasil analisis kualiti air kolam kumpulan C, hasil analisis perbandingan kualiti air antara kolam C1, C2, C3 dan C4, hasil analisis variasi diurnal di kolam kumpulan C dan hasil analisis perbandingan kualiti air antara kolam A, B dan C, hasil analisis kualiti air stesen perbandingan Pulau Klang dan perbincangan hubungan kualiti air dengan hujan dan pasang surut serta rumusan hasil analisis kualiti air kolam ternakan udang harimau.

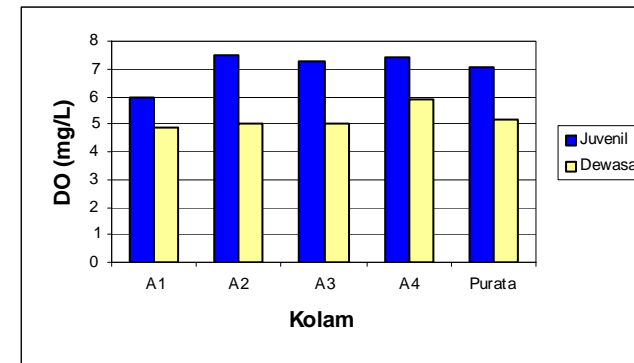
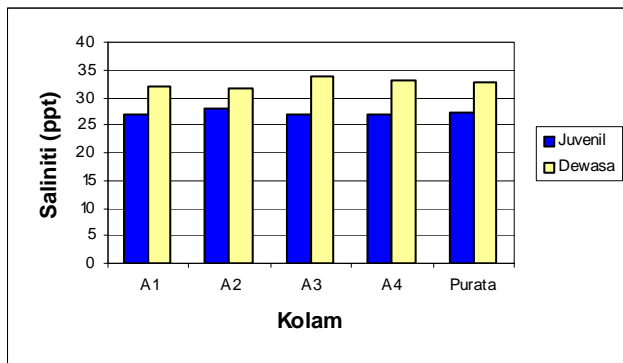
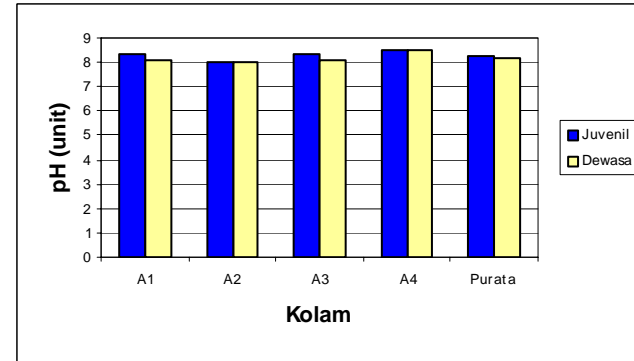
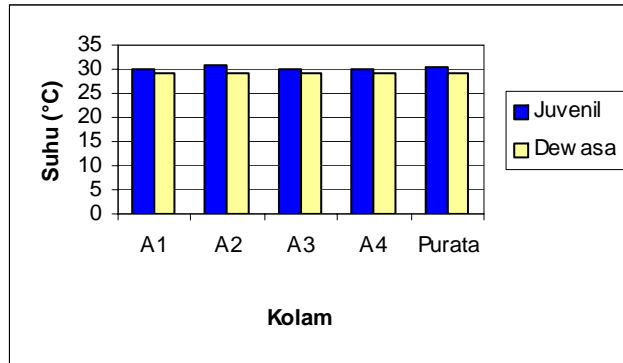
6.3.1 Hasil analisis air kolam kumpulan A

a) Peringkat Juvenil

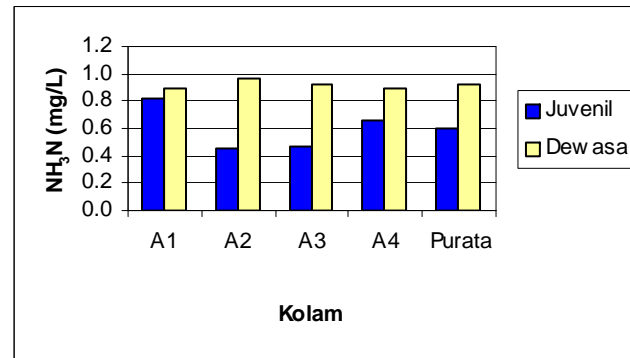
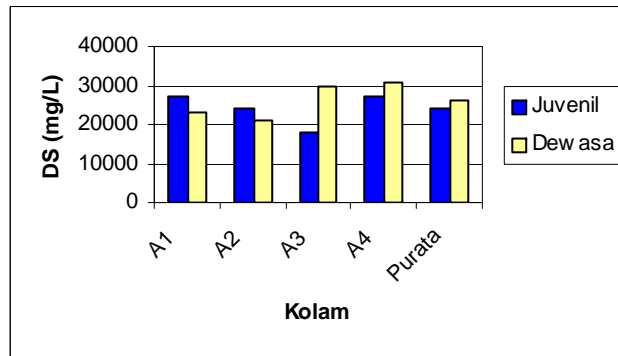
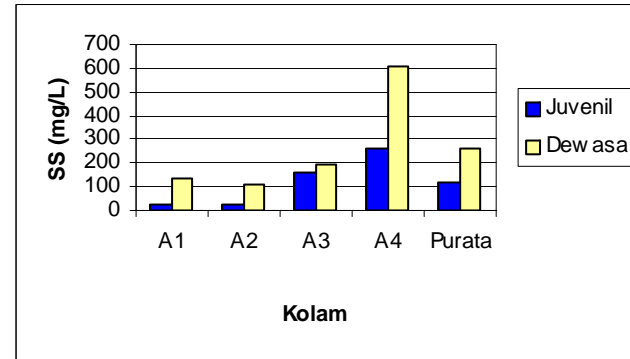
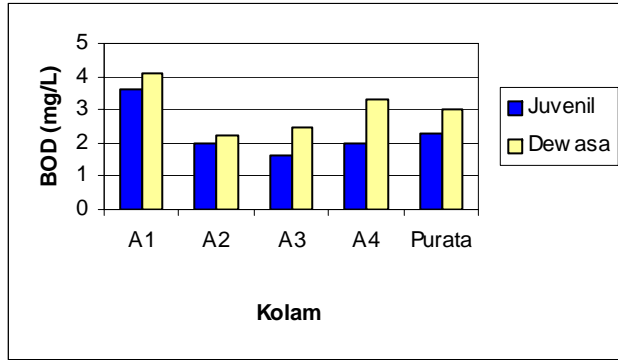
Pengukuran kualiti air kolam yang telah dilakukan pada 22 Jun 2001 iaitu ketika udang juvenil tidak menunjukkan perbezaan signifikan antara kolam-kolam A1, A2, A3 dan A4 dalam semua parameter kecuali bagi parameter BOD tinggi sedikit di kolam A1 (3.6 mg/L) dan rendah pada kolam A3 (1.6 mg/L) (Rajah 6.1a-6.1c) (Lampiran F). Ammonia nitrogen (NH_3N) mencatatkan bacaan rendah secara signifikan berbanding dengan nitrat. Kandungan pepejal terampai di dalam kolam kumpulan A adalah pelbagai dari julat 27151-19743 mg/L. Kandungan logam berat dalam air kolam kumpulan A secara umumnya berada pada paras amat rendah dan tidak dapat dikesan iaitu tidak wujud pencemaran logam berat di kolam-kolam A dan seperti yang dijangka kalsium (ca) dan magnesium (mg) mencatatkan bacaan yang tinggi (Rajah 6.1a-6.1c) kerana wujud campuran air laut.

b) Peringkat Dewasa

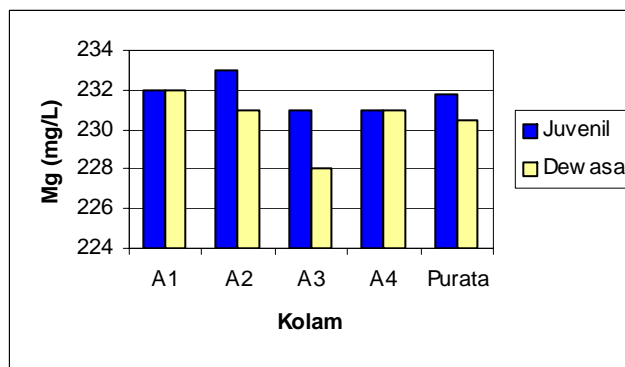
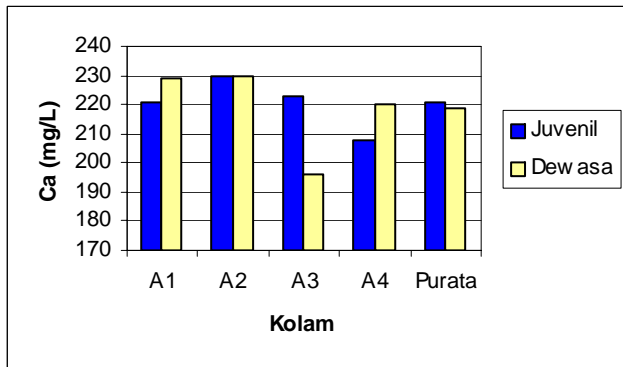
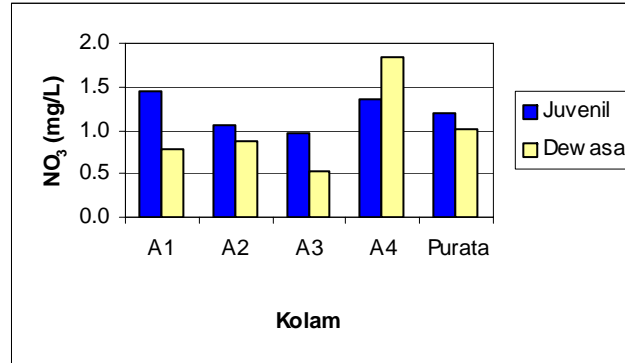
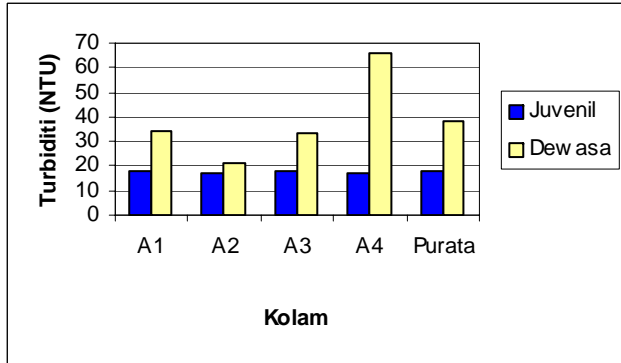
Parameter suhu dan pH tidak menunjukkan sebarang perbezaan antara kolam-kolam A1, A2, A3 dan A4 (Rajah 6.1a-6.1c). Saliniti mencatatkan bacaan yang tinggi (31.5-34 mg/L) di semua kolam menunjukkan kehadiran garam dari air laut di dalam air kolam ternakan. Bacaan DO rendah (4.9-5.9 mg/L) dan menunjukkan sedikit perbezaan antara kolam-kolam ternakan.



RAJAH 6.1a Data kualiti air kolam kumpulan A perbandingan antara peringkat juvenil dan dewasa



RAJAH 6.1a Data kualiti air kolam kumpulan A perbandingan antara peringkat juvenil dan dewasa



RAJAH 6.1a Data kualiti air kolam kumpulan A perbandingan antara peringkat juvenil dan dewasa

Kadar kandungan pepejal terampai di kolam A adalah tinggi (112 hingga 610 mg/L) (Rajah 6.1a-6.1c) yang menyebabkan turbiditi tinggi iaitu 21-66 NTU. Parameter NO_2^- dan NO_3^- mencatatkan bacaan yang rendah dan kurang variasi pada kolam-kolam kumpulan A. Kandungan logam berat dalam air kolam kumpulan A secara umumnya berada pada paras rendah dan tidak dapat dikesan iaitu tidak wujud pencemaran logam berat di kolam-kolam A dan kalsium (ca) dan magnesium (mg) mencatatkan bacaan yang tinggi kerana campuran air laut (Rajah 6.1a-6.1c).

c) Perbezaan kualiti air antara peringkat juvenil dan dewasa bagi kumpulan kolam A

Bacaan suhu dan pH secara relatifnya dicatatkan lebih rendah pada peringkat dewasa berbanding juvenil (Rajah 6.1a-6.1c). Parameter DO tidak menunjukkan perbezaan signifikan ($p > 0.05$) pada peringkat juvenil dan dewasa. Kadar saliniti dicatatkan lebih tinggi pada peringkat dewasa. Kandungan oksigen terlarut lebih rendah sedikit (kurang 5.9 mg/L) ketika udang juvenil (Rajah 6.1a-6.1c). Bacaan BOD dicatatkan rendah pada kedua-dua peringkat pembesaran. Kandungan pepejal terampai dan turbiditi dicatatkan tinggi sedikit. Namun begitu NH_3N dan NO_3^- adalah rendah pada kedua-dua peringkat juvenil dan dewasa (Rajah 6.1a-6.1c).

Berdasarkan Jadual 6.3, ujian t mendapati wujud perbezaan bererti ($p < 0.05$) antara peringkat juvenil dan dewasa bagi parameter suhu ($p = .001$), saliniti ($p = .006$) dan DO ($p = .011$) dan mendapati tiada perbezaan bererti ($p > 0.05$) antara peringkat juvenil dan dewasa bagi parameter pH ($p = .182$), BOD ($p = .132$), SS ($p = .132$), DS ($p = .601$), NO_2^- ($p = .491$), NO_3^- ($p = .118$) dan turbiditi ($p = .118$) (Jadual 6.3).

JADUAL 6.3 Ujian t air kolam kumpulan A

Parameter	Sisihan piawai	Nilai t	Sig (2 tail)
Suhu	.2500	11.400	.001
PH	.1155	1.732	.182
Saliniti	1.4930	-7.200	.006
DO	.6608	5.599	.011
BOD	139.3302	-2.056	.132
SS	139.3302	-2.056	.132
DS	7202.1193	-.582	.601
NO ₂	.4987	.782	.491
NO ₃	19.2023	-2.174	.118
Turbiditi	19.2023	-2.174	.118

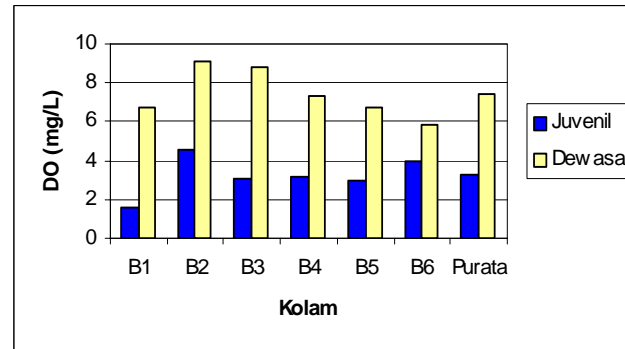
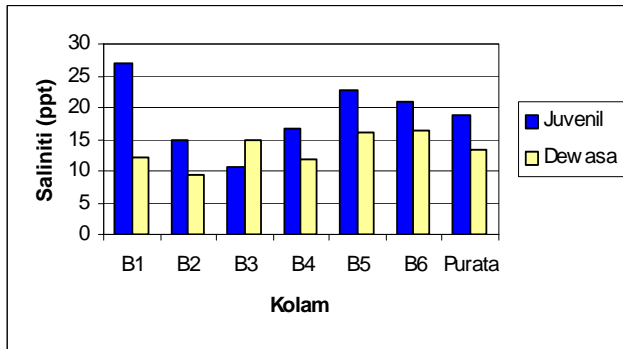
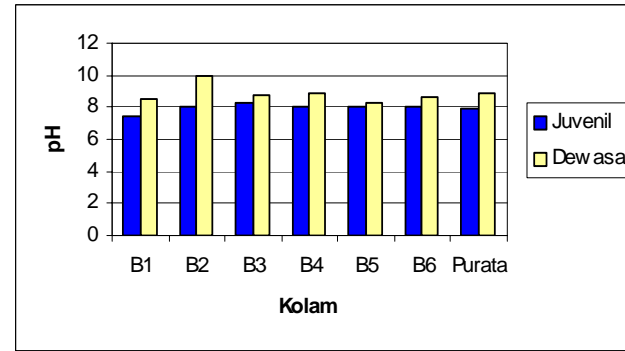
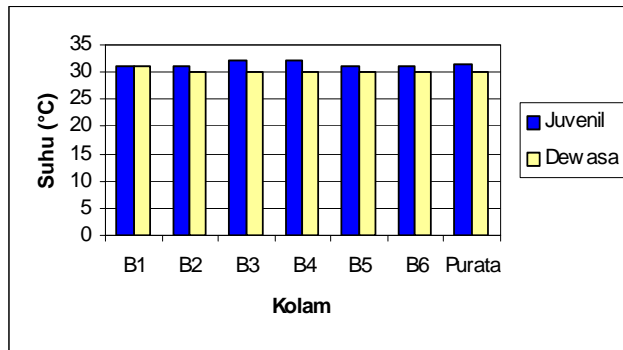
6.3.2 Hasil analisis kualiti air kolam kumpulan B

a) Peringkat Juvenil

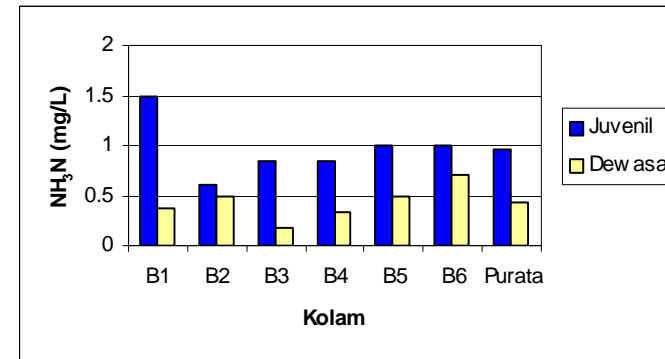
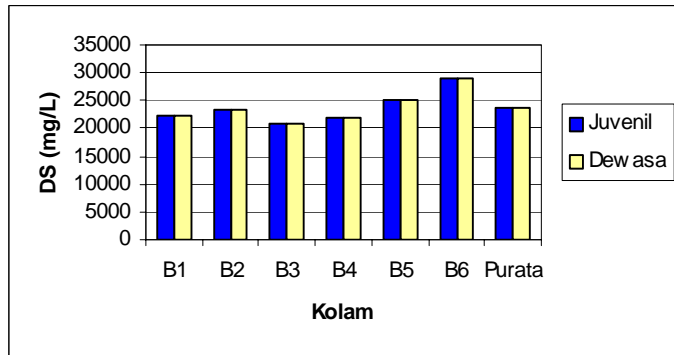
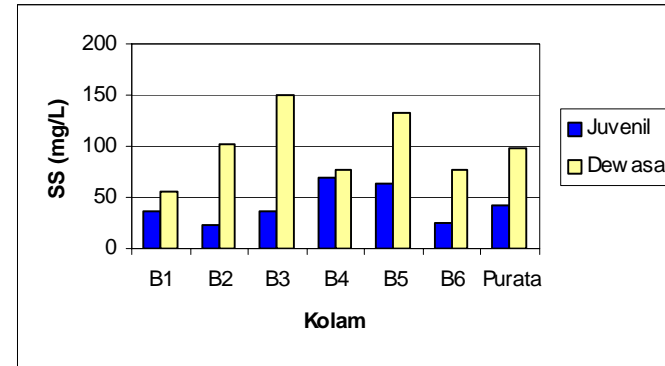
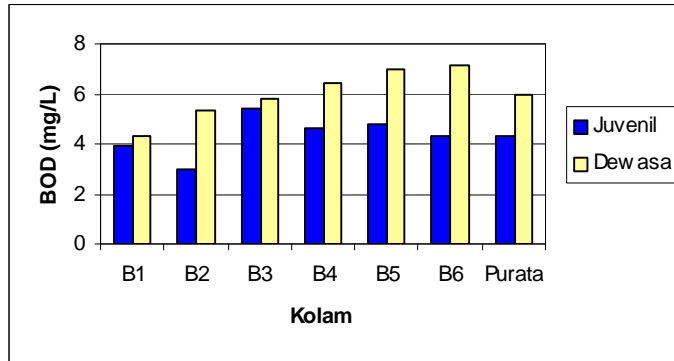
Tidak wujud perbezaan signifikan ($p > 0.05$) bagi parameter suhu dan pH antara kolam-kolam B1, B2, B3, B4, B5 dan B6 (Rajah 6.2a-6.2c) (Lampiran F). Suhu berada antara julat 31 °C-32 °C ketika udang juvenil dan nilai pH pula berada antara 7.4-8.1. Variasi saliniti pelbagai antara 10.7 ppt hingga 27 ppt (Rajah 6.2a-6.2c). Kadar DO rendah dan berbeza-beza antara kolam. Penggunaan bilangan kincir air di kolam mempengaruhi nilai DO di setiap kolam. Kandungan pepejal terampai dalam air kolam kumpulan B ber julat 21000-29000 mg/L. Kandungan logam berat dalam kolam kumpulan B secara umumnya berada pada paras tidak dapat dikesan menunjukkan tidak wujud pencemaran logam berat yang signifikan di kolam kumpulan B (Rajah 6.2a-6.2c).

b) Peringkat Dewasa

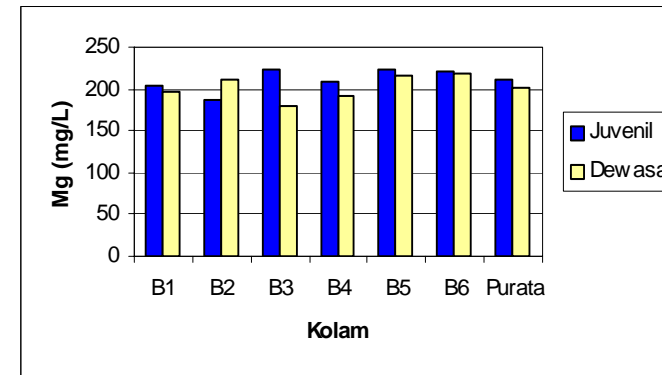
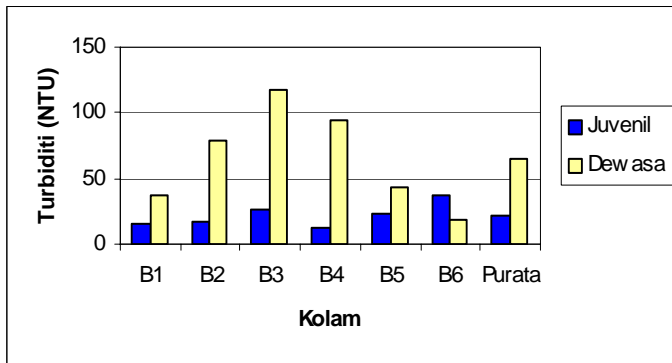
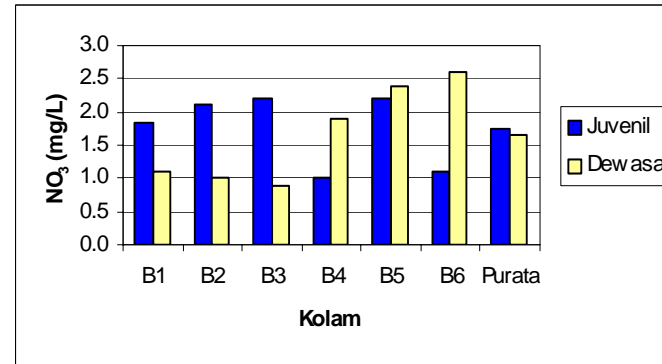
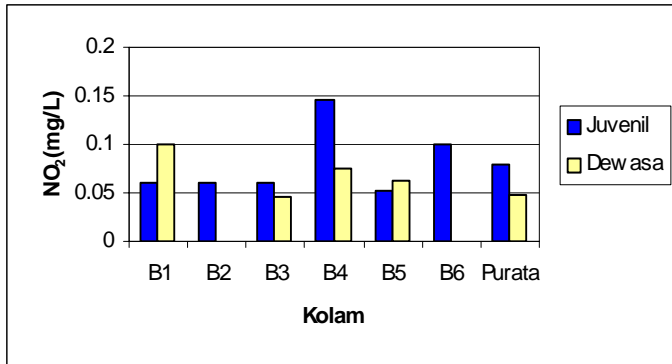
Parameter suhu dan pH tidak menunjukkan sebarang perbezaan antara kolam (Rajah 6.2a-6.2c). Saliniti mencatatkan bacaan yang rendah di semua kolam. Keadaan ini berlaku kerana kedudukan kumpulan kolam B yang terletak jauh sedikit dari laut serta penambahan air hujan yang dipam daripada parit monsun yang berhampiran. Bacaan DO agak tinggi iaitu antara 5.8-9.1 mg/L. Kandungan pepejal terampai di kolam kumpulan B adalah pelbagai iaitu antara 55-150 mg/L yang menyebabkan variasi turbiditi yang tinggi iaitu 18-117 NTU. Parameter NO_2^- dan NO_3^- mencatatkan bacaan yang rendah dan kurang variasi pada kolam-kolam kumpulan B (Rajah 6.2a-6.2c). Kandungan logam berat dalam air kolam kumpulan B secara umumnya berada pada paras tidak dapat dikesan.



RAJAH 6.2 Data kualiti air kolam kumpulan B perbandingan antara peringkat juvenil dan dewasa



RAJAH 6.2 Data kualiti air kolam kumpulan B perbandingan antara peringkat juvenil dan dewasa



RAJAH 6.2 Data kualiti air kolam kumpulan B perbandingan antara peringkat juvenil dan dewasa

c) Perbezaan kualiti air antara peringkat juvenil dan dewasa bagi kumpulan kolam B

Suhu air kolam berada antara julat 31 °C-32 °C ketika udang juvenil dan 30 °C-31 °C ketika udang dewasa (Rajah 6.2a-6.2c). Peringkat juvenil mencatatkan bacaan suhu air lebih tinggi berbanding dewasa. Namun pH lebih tinggi pada peringkat dewasa berbanding juvenil iaitu antara 8.3-9.9. Tiada perbezaan signifikan ($p > 0.05$) (Jadual 6.4) pada parameter saliniti air kolam antara peringkat dewasa dan juvenil. Parameter DO mencatatkan bacaan tinggi (4.3-7.1 mg/L) di peringkat dewasa berbanding juvenil (1.6-4.0 mg/L) (Rajah 6.2a-6.2c). BOD turut menunjukkan pola yang sama. Manakala SS, DS dan turbiditi dicatatkan tinggi pada peringkat dewasa berbanding juvenil. Namun begitu NH_3N , NO_2^- dan NO_3^- adalah rendah pada kedua-dua peringkat juvenil dan dewasa (Rajah 6.2a-6.2c).

Ujian t (Jadual 6.4) mendapati terdapat perbezaan bererti ($p < 0.05$) antara air kolam peringkat juvenil dan dewasa bagi parameter suhu ($p = 0.015$), pH ($p = 0.015$), DO ($p = 0.001$), BOD ($p = 0.017$), SS ($p = 0.017$), NH_3N ($p = 0.014$), NO_3^- ($p = 0.036$) dan turbiditi ($p = 0.036$). Manakala ujian t mendapati tidak wujud perbezaan bererti ($p > 0.05$) antara peringkat juvenil dan dewasa bagi parameter saliniti ($p = 0.082$) dan NO_2^- ($p = 0.382$).

JADUAL 6.4 Ujian t air kolam kumpulan B

Parameter	Sisihan piawai	Nilai t	Sig (2 tail)
Suhu	.5888	3.606	.015
pH	.5854	-3.627	.015
Saliniti	6.0799	2.169	.082
DO	1.3531	-7.512	.001
BOD	39.1888	-3.536	.017
SS	39.1888	-3.536	.017
DS	.3525	-3.729	.014
NO ₂	.8392	.958	.382
NO ₃	38.8188	-2.840	.036
Turbiditi	38.8188	-2.840	.036

6.3.3 Hasil analisis kualiti air kolam kumpulan C

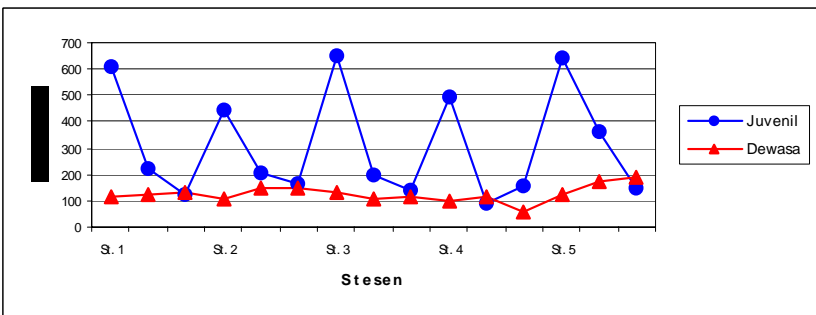
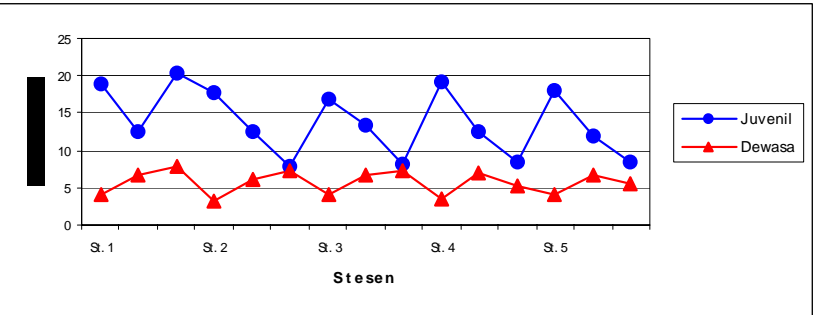
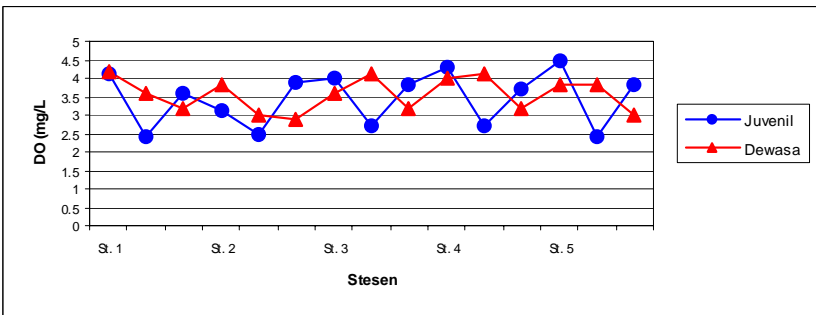
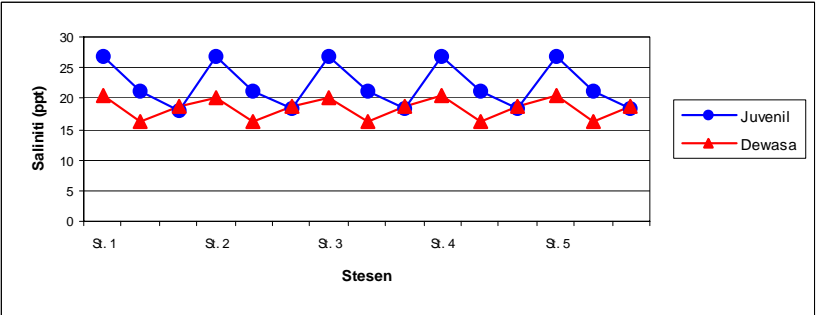
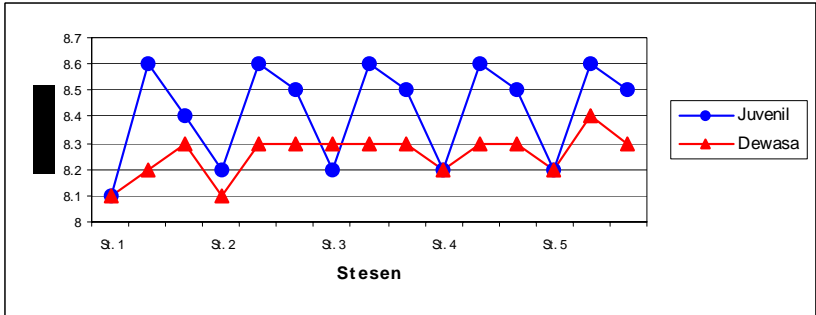
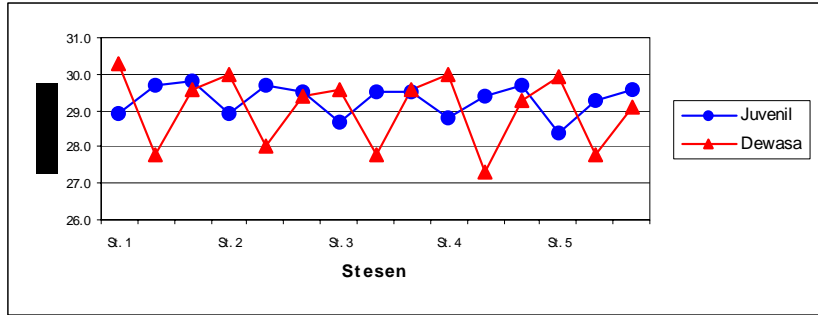
Persampelan kualiti air telah dilakukan di 5 buah stesen iaitu stesen 1, stesen 2, stesen 3, stesen 4 dan stesen 5 di setiap kolam kumpulan C iaitu kolam C1, C2, C3 dan C4. Persampelan telah dilakukan sebanyak 6 kali iaitu 3 kali pada peringkat juvenil dan 3 kali peringkat dewasa. Sebanyak 120 sampel telah diambil dan dianalisis untuk melengkapkan data kualiti air kolam kumpulan C.

(i) Kolam C1

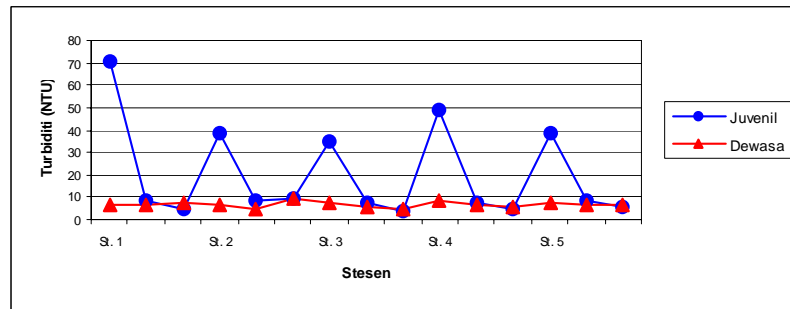
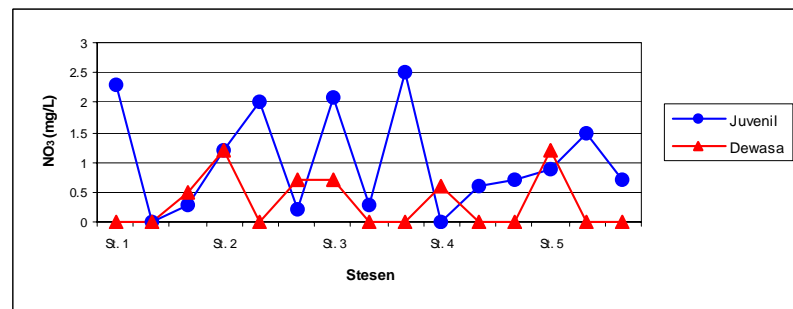
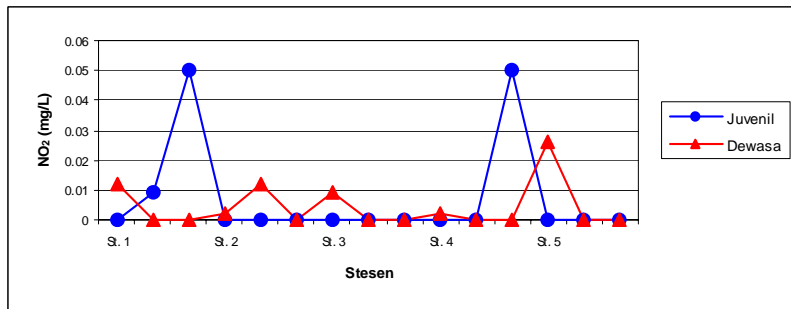
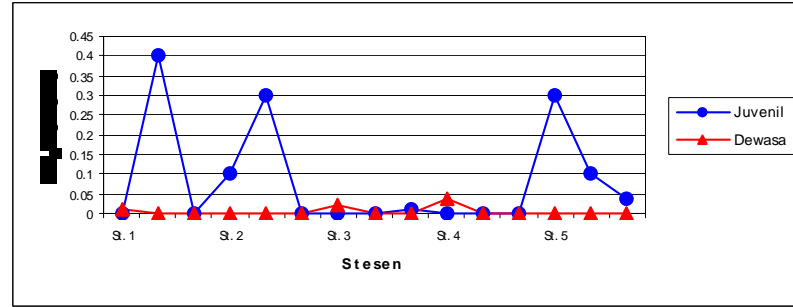
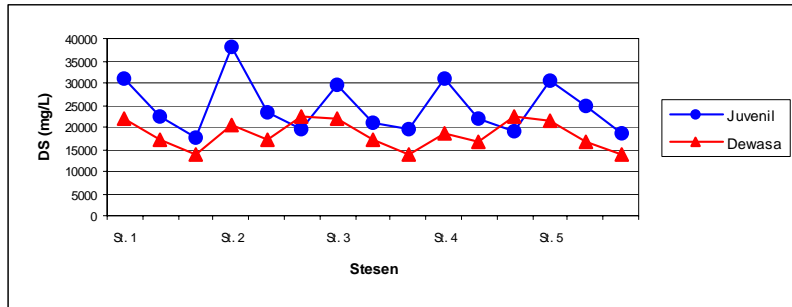
Bacaan suhu telah direkodkan antara 27.3°C-30.3°C di kolam C1 (Rajah 6.3a) (Lampiran F). Suhu tidak menunjukkan perbezaan signifikan ($p>0.05$) antara stesen-stesen di kolam C1 pada persampelan juvenil dan dewasa. Nilai pH berada dalam julat 8.1-8.6 unit. Bacaan di setiap stesen dalam kolam tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p>0.05$) pada persampelan juvenil. Kadar saliniti pada peringkat juvenil 1 ialah 27 ppt kemudian menurun pada 21.3 ppt pada juvenil 2 dan terus menurun pada juvenil 3 pada 18.2 ppt. Kadar saliniti semakin menurun mengikut tumbesaran udang di kolam C1. Kadar saliniti tinggi semasa peringkat juvenil berbanding dengan peringkat dewasa. Bacaan DO tidak menunjukkan variasi yang pelbagai (Rajah 6.3a). Paras DO direkodkan sentiasa rendah di bawah 4 mg/L dan tidak menunjukkan perbezaan antara peringkat dewasa dan juvenil. Bacaan BOD tidak seragam dan tidak berpola dengan variasi ketara antara stesen dan julat BOD direkodkan pelbagai antara 4-20 mg/L. Umumnya BOD dicatatkan lebih tinggi pada peringkat juvenil berbanding dewasa. Kandungan SS di kolam C1 pelbagai dari 98.8-639.6 mg/L.

(ii) Kolam C2

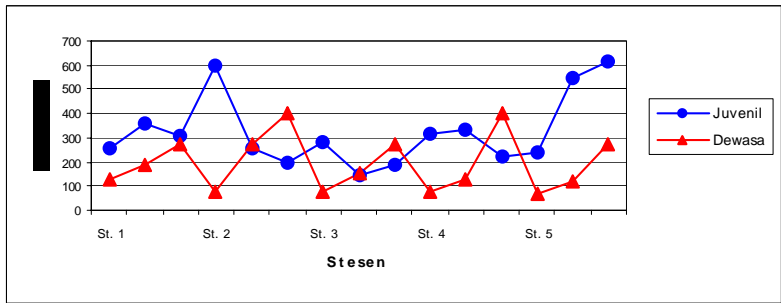
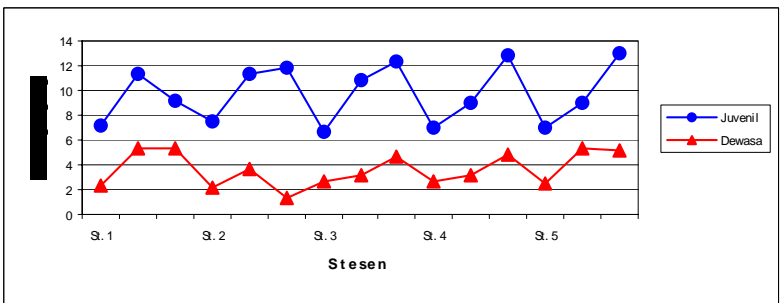
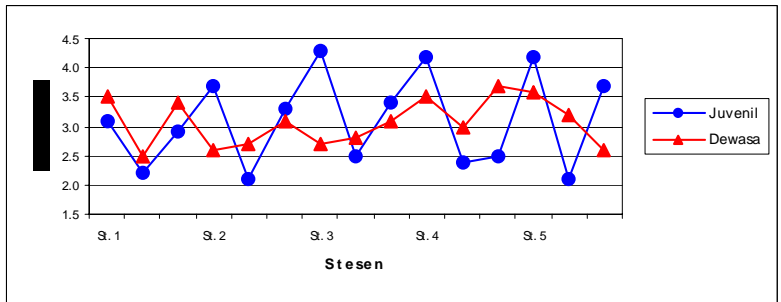
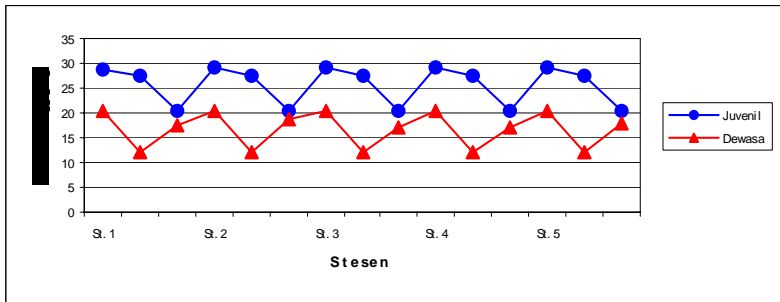
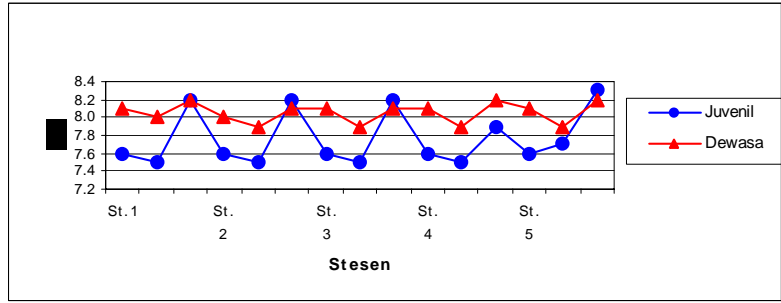
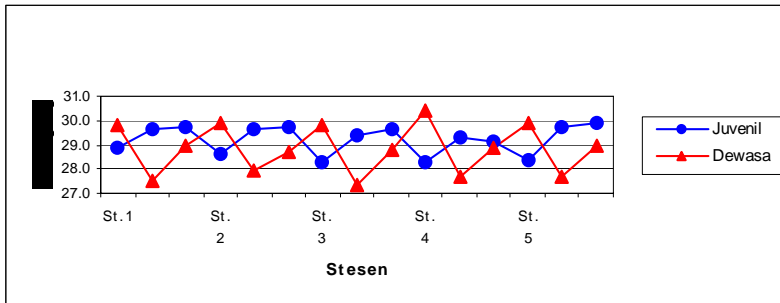
Bacaan suhu di kolam C2 telah direkodkan antara 27.3 °C-30.4 °C (Rajah 6.3b) (Lampiran F). Suhu tidak menunjukkan perbezaan signifikan ($p>0.05$) antara stesen-stesen di kolam C2. Namun secara perbandingan didapati suhu direkodkan lebih tinggi pada peringkat udang juvenil berbanding peringkat dewasa. Nilai pH berada dalam julat 7.5-8.3 (Rajah 6.3b). Bacaan persampelan juvenil 1 dan 2 menunjukkan pH yang agak rendah berbanding



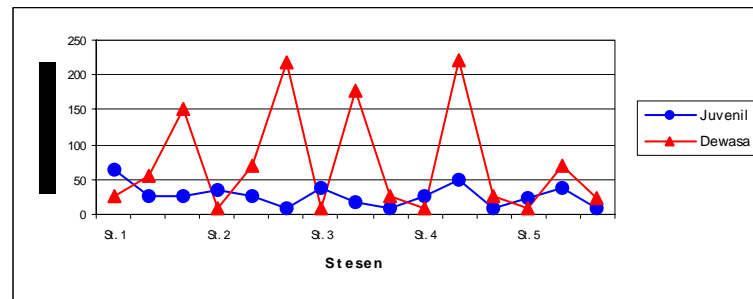
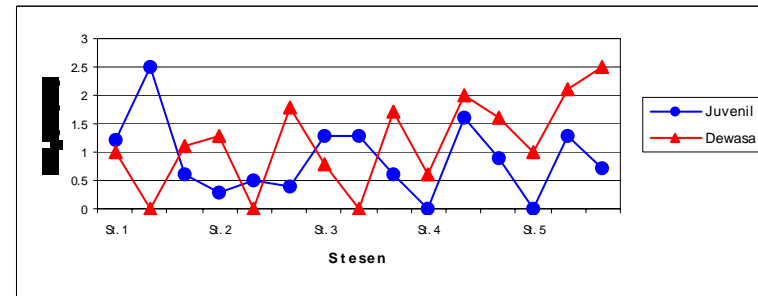
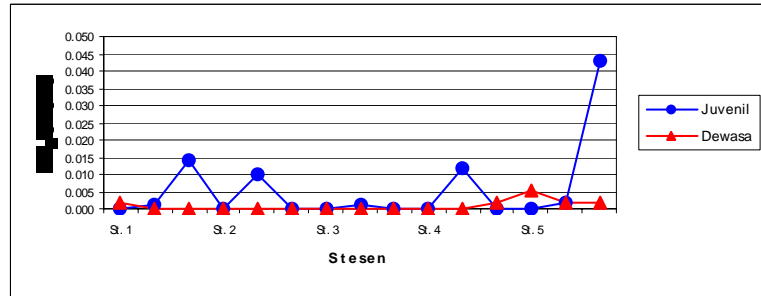
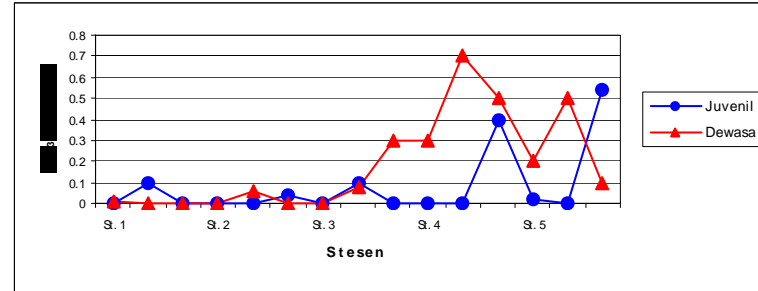
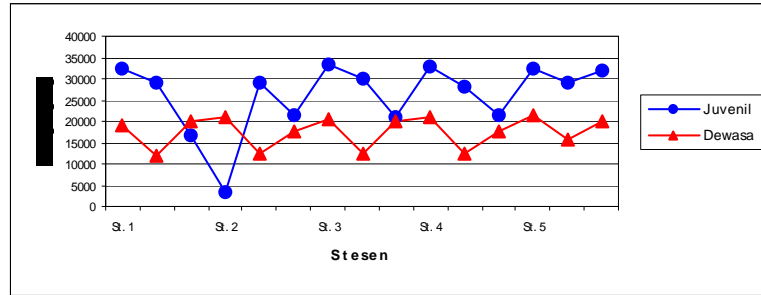
RAJAH 6.3a Kualiti air di kolam C1 di semua stesen dan persampelan



RAJAH 6.3a Kualiti air di kolam C1 di semua stesen dan persampelan



RAJAH 6.3b Kualiti air di kolam C2 di semua stesen dan persampelan



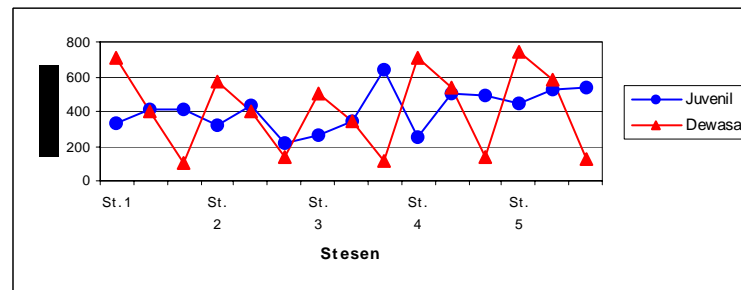
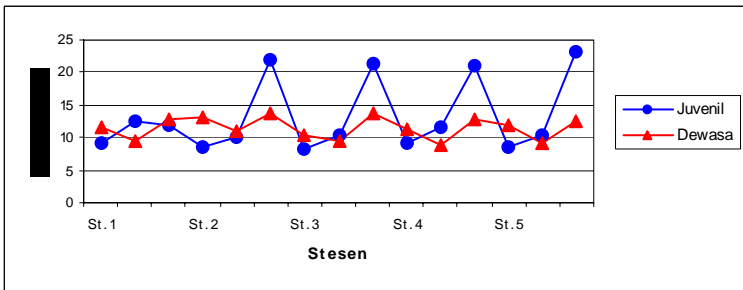
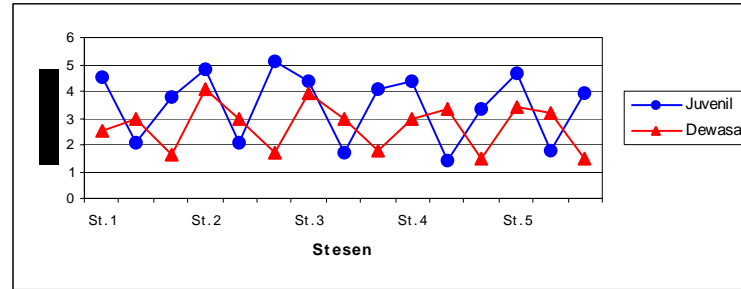
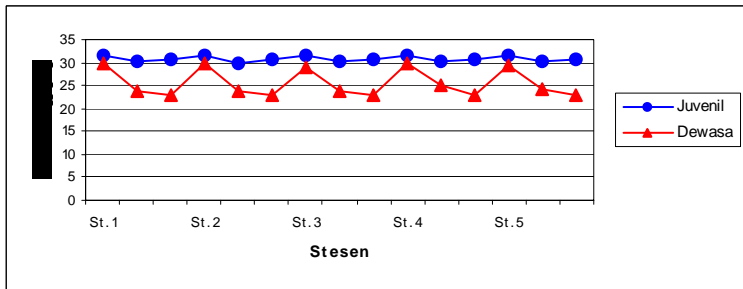
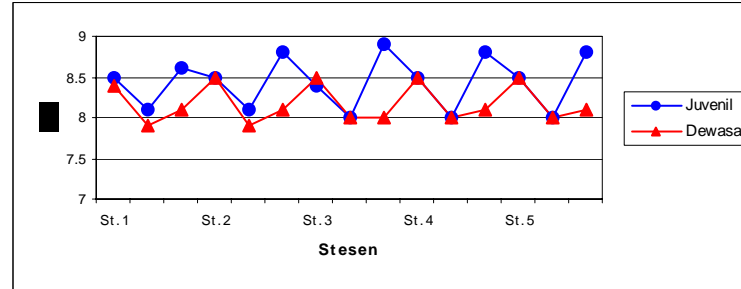
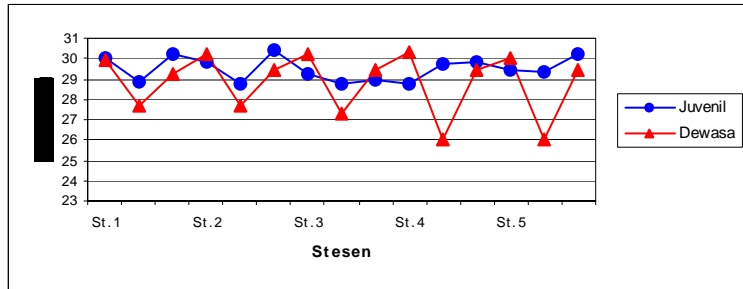
RAJAH 6.3b Kualiti air di kolam C2 di semua stesen dan persampelan

dengan persampelan lain. Namun peringkat juvenil mencatatkan bacaan pH yang lebih rendah berbanding peringkat dewasa. Kadar saliniti pada juvenil 1 ialah 29 ppt kemudian menurun kepada 27 ppt pada juvenil 2 dan terus menurun kepada juvenil 3 pada 20 ppt. Kadar saliniti semakin menurun mengikut tumbesaran udang di kolam C2. Saliniti semakin menurun pada peringkat dewasa 1 (20 ppt) kepada 12 ppt pada peringkat dewasa 2 dan 17 ppt pada peringkat dewasa 3. Kadar saliniti tinggi semasa peringkat juvenil berbanding dengan peringkat dewasa dan ini menunjukkan pola sama dengan kolam C1. DO yang dicatatkan di kolam C2 adalah rendah dan ia tidak menunjukkan variasi yang pelbagai (Rajah 6.3b). Paras DO direkodkan sentiasa rendah di bawah 4 mg/L dan tidak menunjukkan perbezaan signifikan antara peringkat dewasa dan juvenil. Bacaan BOD yang dicatatkan dari kolam C2 tidak seragam dan tidak berpola. Umumnya BOD dicatatkan lebih tinggi di peringkat juvenil berbanding dewasa. BOD tinggi direkodkan pada peringkat juvenil iaitu antara julat 7.1-12.8 mg/L manakala di peringkat dewasa, BOD dicatatkan rendah iaitu pada julat 1.4-5.4 mg/L. Kandungan SS di kolam C2 pelbagai dari 68.8 -828.8 mg/L dan tidak menunjukkan sebarang pola yang signifikan.

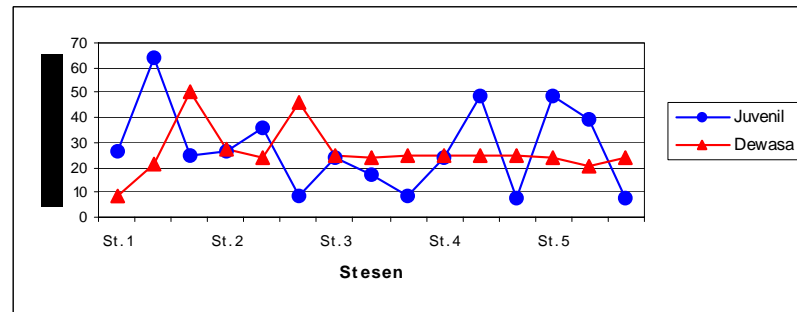
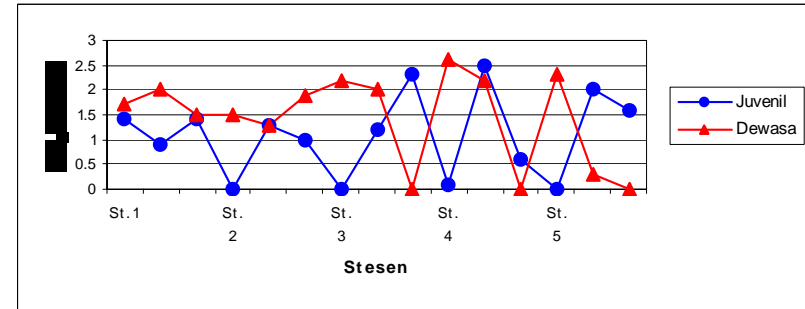
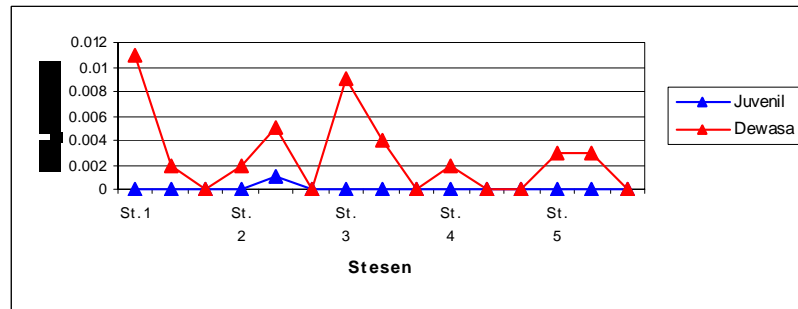
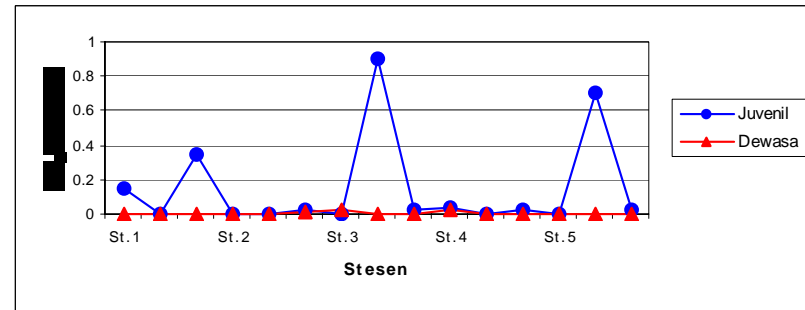
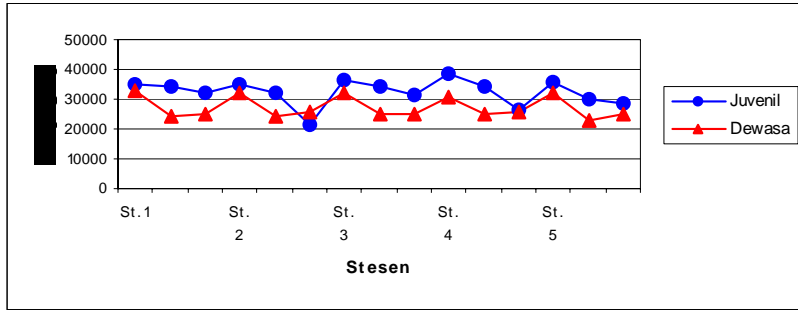
(iii) Kolam C3

Kadar suhu adalah di antara 26°C hingga 30.4 °C (Rajah 6.3c) (Lampiran F) dan variasinya rendah di antara stesen mahupun di antara peringkat usia juvenil dan dewasa. Peringkat juvenil mencatatkan bacaan suhu lebih tinggi daripada peringkat dewasa. Selain itu, kadar pH direkodkan antara 7.9 hingga 8.9 dengan sedikit kenaikan mendadak yang disebabkan oleh saliniti dan ia tipikal bagi kualiti air laut. Kadar pH turut memberi pola yang sama iaitu bacaan lebih tinggi ketika juvenil berbanding dewasa.

Kadar saliniti yang dicatatkan ialah di antara 30 ppt hingga 31.5 ppt pada peringkat juvenil dan 22.8 ppt hingga 29.7 ppt semasa peringkat dewasa (Rajah 6.3c). Nilai saliniti yang dicatatkan pada peringkat juvenil adalah tinggi dengan kadar variasi yang kecil dan lebih bercirikan saliniti air laut. Pada peringkat dewasa pula, kadar variasi adalah signifikan di antara setiap persampelan. Kadar saliniti di persampelan dewasa 1 adalah lebih tinggi berbanding dengan persampelan 2 dan persampelan 3.



RAJAH 6.3c Kualiti air di kolam C3 di semua stesen dan persampelan



RAJAH 6.3c Kualiti air di kolam C3 di semua stesen dan persampelan

Kadar DO yang direkodkan ialah di antara 1.4 mg/L hingga 5.1 mg/L semasa peringkat juvenil. DO dicatatkan amat rendah (kadar 1.4 mg/L hingga 2.1 mg/L) semasa persampelan juvenil 2 (Rajah 6.3c). Pada peringkat dewasa, kadar DO adalah di antara 1.5 mg/L hingga 4.1 mg/L. Kadar DO turut direkodkan amat rendah ketika persampelan dewasa 3 berbanding dengan dewasa 1 dan 2.

Kadar BOD adalah di antara 8.3 mg/L hingga 21.9 mg/L ketika peringkat juvenil dan juvenil 1 menunjukkan kadar yang rendah secara amnya (kadar 8.3 mg/L hingga 9.2 mg/L) dan kadar di antara 10.1 mg/L hingga 12.4 mg/L pada persampelan juvenil 2 manakala kadar di antara 11.8 mg/L hingga 23.1 mg/L diperolehi semasa persampelan juvenil 3 (Rajah 6.3c). Kadar BOD dicatatkan tinggi pada persampelan juvenil 3. Sementara itu, kadar BOD direkodkan antara julat 8.8 mg/L hingga 13.7 mg/L semasa peringkat dewasa. Secara keseluruhannya, persampelan dewasa 3 menunjukkan kadar yang tinggi (12.4 mg/L hingga 13.7 mg/L) diikuti dengan persampelan 1 (10.4 mg/L hingga 13.1 mg/L) dan persampelan 2 pada kadar 8.8 mg/L hingga 10.9 mg/L.

Kadar SS adalah di antara 249.6 mg/L hingga 645.2 mg/L bagi peringkat juvenil dan di antara 342.4 mg/L hingga 2209.6 mg/L bagi peringkat dewasa. Kadar yang tinggi secara konsisten ditunjukkan ketika peringkat dewasa terutamanya semasa persampelan dewasa 3 dan kesemua stesen dan peringkat persampelan memberikan kadar yang melebihi 100 mg/L. Kadar DS adalah tinggi secara amnya bagi kedua-dua peringkat dan kesemua stesen menunjukkan kadar kemasinan yang tinggi pada air yang diuji. Pada peringkat juvenil, kadar DS adalah di antara 21 600 mg/L hingga 38 400 mg/L. Pada peringkat dewasa, kadar ini adalah di antara 22 680 mg/L hingga 33 200 mg/L. Kadar ini adalah tinggi secara keseluruhannya semasa persampelan 1 bagi kedua-dua peringkat umur diikuti dengan persampelan 3 dan persampelan 2 (Rajah 6.3c).

Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ dan NO_2^- tidak dapat dikesan secara amnya pada semua stesen dan lawatan dengan tiada keputusan yang menunjukkan perbezaan di antara peringkat juvenil dan dewasa. Hanya pada beberapa lawatan sahaja, kadar NO_3^- dapat dikesan dan ia menunjukkan pada kadar di antara 0 mg/L hingga 4.6 mg/L bagi peringkat juvenil dan 15. mg/L hingga 2.6 mg/L bagi peringkat dewasa (Rajah 6.3c). Kadar turbiditi adalah rendah

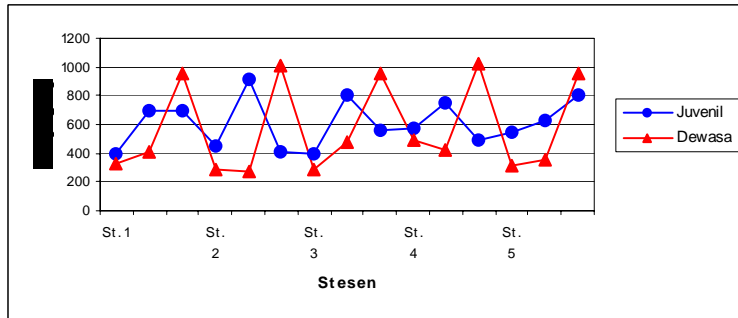
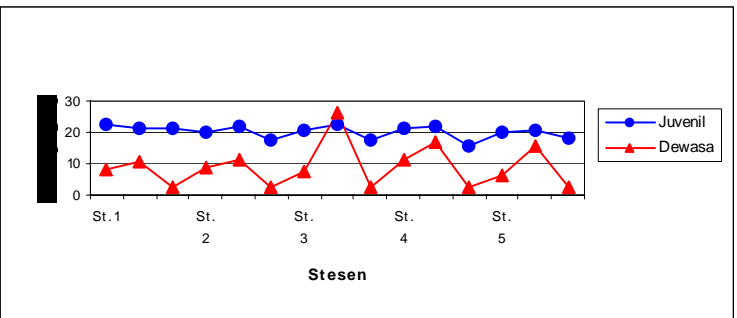
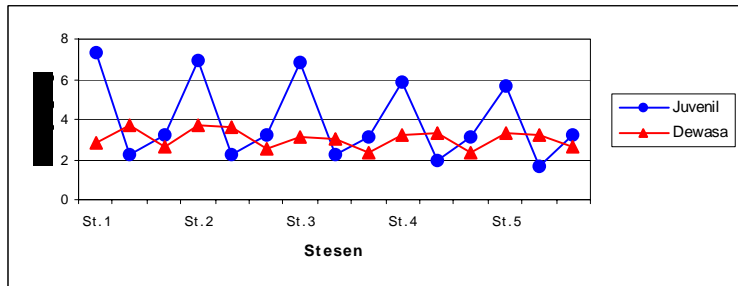
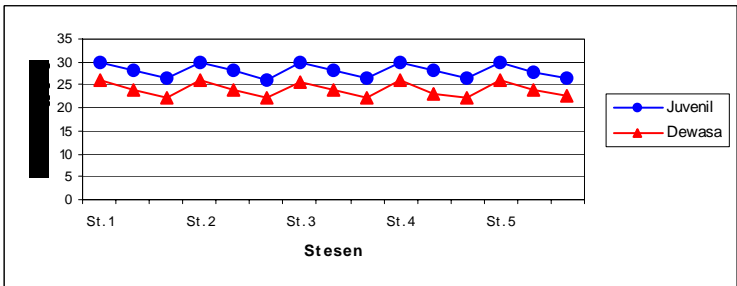
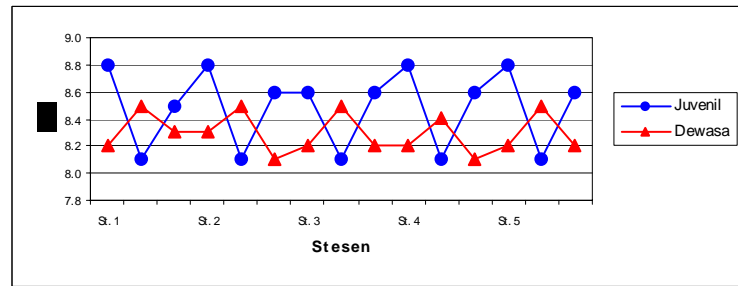
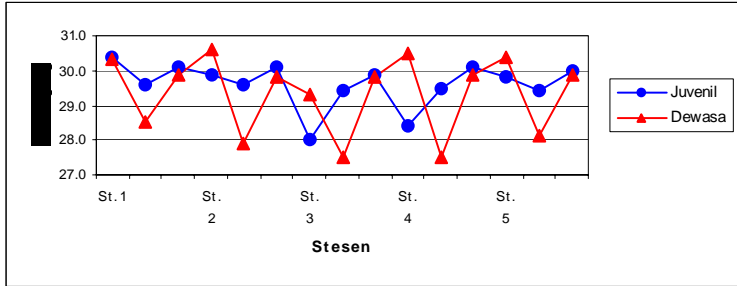
secara amnya pada peringkat juvenil di stesen dan berkadarannya di antara 7.2 NTU hingga 9.9 NTU dengan kesemua stesen mencatatkan bacaan pada 9.9 NTU. Di samping itu, kadar turbiditi bagi peringkat dewasa adalah di antara 21.3 NTU hingga 50 NTU dan bagi keseluruhan stesen, kadar turbiditi ini adalah pada sekitar 20 NTU.

(iv) Kolam C4

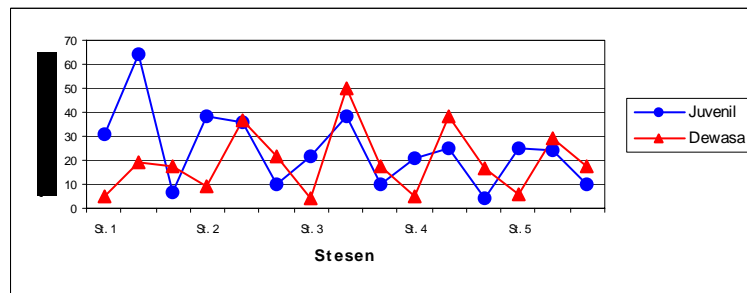
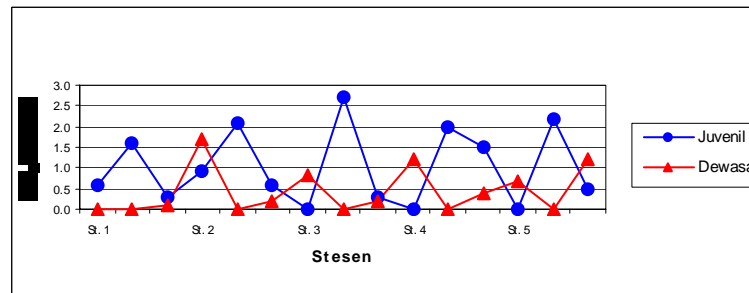
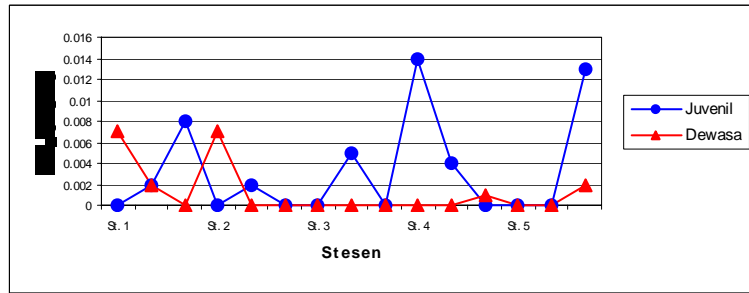
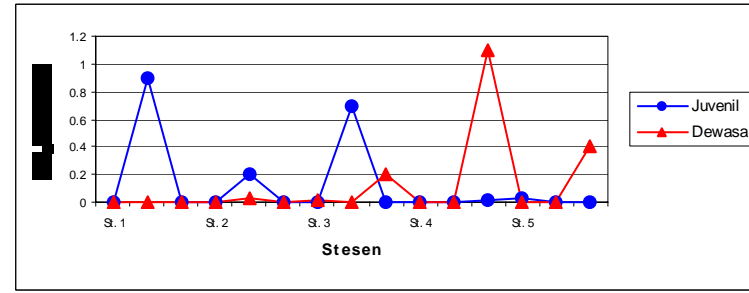
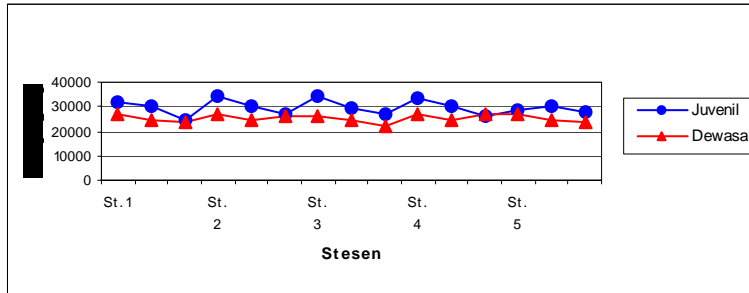
Di kolam C4, suhu direkodkan dalam julat 28 °C- 30.1 °C pada peringkat juvenil dan antara 27.7°C- 30.6 °C pada peringkat dewasa (Rajah 6.3d) (Lampiran F). Perbezaan antara stesen sangat kecil terutamanya di peringkat juvenil. Walau bagaimanapun, pada keseluruhannya bacaan suhu menunjukkan tiada unsur pencemaran haba yang mengganggu kualiti air kolam ternakan.

Nilai pH direkodkan antara 8.1-8.8 ketika juvenil dan pH 8.1-8.5 ketika peringkat dewasa dan variasi antara stesen adalah sangat kecil. Ini menunjukkan bahawa air kolam berciri alkali dan lebih mirip kepada ciri-ciri tipikal air laut dan air payau. Saliniti di peringkat juvenil direkodkan antara julat 26.2 ppt hingga 30 ppt berbanding 22.1 ppt hingga 25.9 ppt di peringkat dewasa (Rajah 6.3d). Variasi perbezaan antara nilai tinggi dan nilai paling rendah lebih kurang sama antara peringkat dewasa dan juvenil. Namun, bacaan saliniti dicatat tinggi di peringkat juvenil.

Nilai DO yang direkodkan di stesen kolam C4 berada dalam julat 1.7-7.3 mg/L semasa peringkat juvenil dan 2.3-3.7 mg/L di peringkat dewasa. Nilai DO dicatatkan sangat rendah (dibawah 4 mg/L) di semua stesen persampelan kecuali di persampelan juvenil 1. Pada masa yang sama, didapati bacaan BOD direkodkan tinggi iaitu antara 15.8 -22.2 mg/L di peringkat dewasa. Bacaan BOD adalah rendah di peringkat dewasa



RAJAH 6.3d Kualiti air di kolam C4 di semua stesen dan persampelan



RAJAH 6.3d Kualiti air di kolam C4 di semua stesen dan persampelan

(dibawah 8 mg/L) dibandingkan dengan juvenil (20 mg/L). Paras DO yang rendah dan BOD yang tinggi di kolam C4 menunjukkan kandungan bahan organik yang tinggi dalam air kolam tersebut.

Sementara itu, SS turut direkodkan tinggi di peringkat juvenil dan dewasa pada julat antara 390 mg/L hingga 803 mg/L pada peringkat juvenil dan 266 mg/L hingga 1013 mg/L pada peringkat dewasa. Nilai yang direkod adalah tinggi pada peringkat juvenil dan dewasa di semua stesen. Pepejal terlarut (DS) turut mencatatkan bacaan yang tinggi iaitu antara 25840-4100 mg/L pada peringkat juvenil dan 22360 mg/L pada peringkat dewasa yang menunjukkan ciri-ciri air laut.

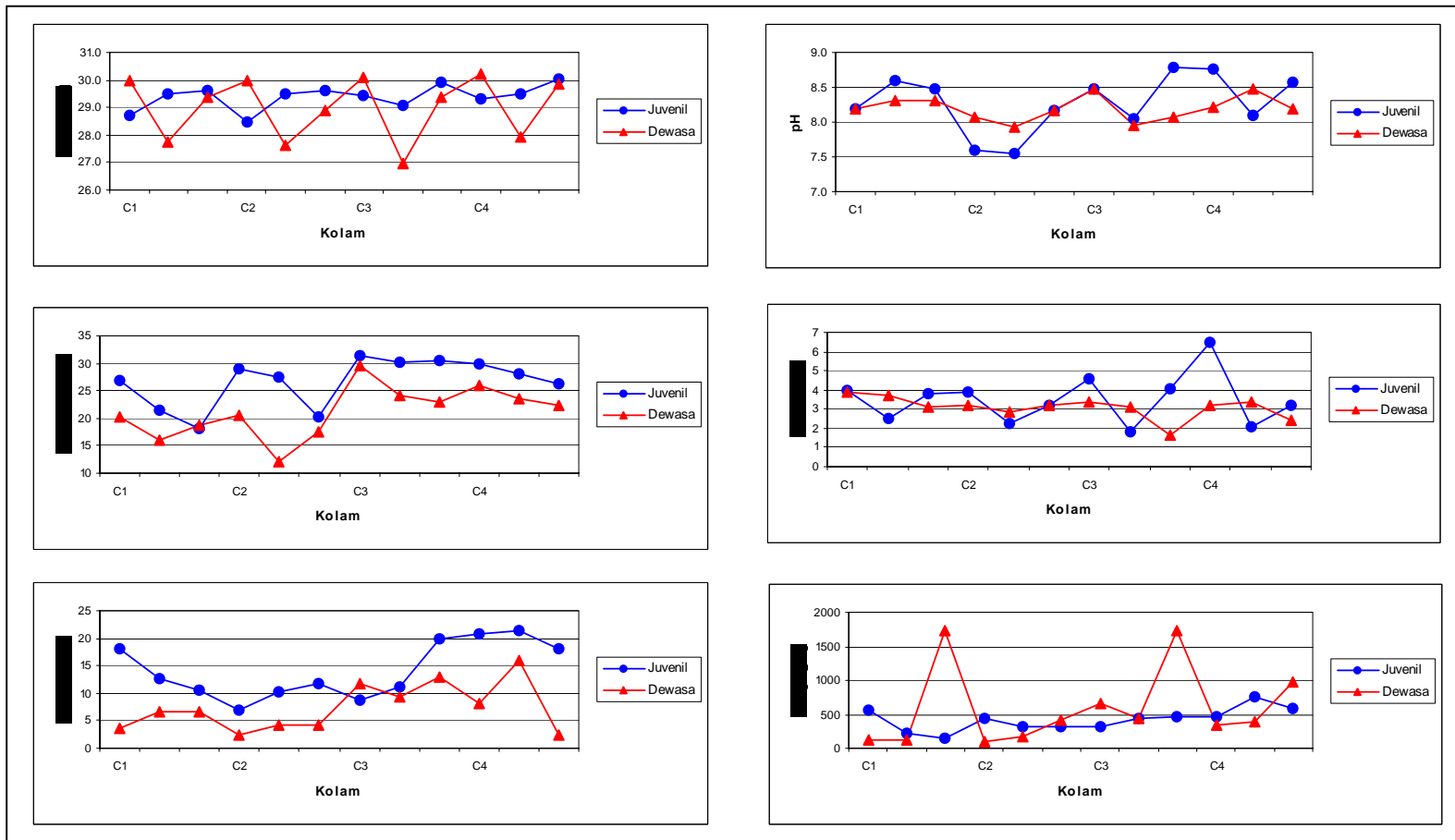
$\text{NH}_3\text{-N}$ dan NO_2^- dicatatkan sangat rendah di peringkat juvenil dan dewasa semua persampelan. Namun, NO_3^- menunjukkan bacaan tidak signifikan di semua persampelan. Paras turbiditi yang direkodkan rendah di peringkat juvenil dan dewasa di semua stesen dan pada semua persampelan. Secara perbandingan, nilai turbiditi direkodkan tinggi iaitu antara 15.6 -49.8 NTU di peringkat dewasa berbanding 3.8-9.9 NTU di peringkat dewasa.

6.3.4 Perbandingan kualiti air antara kolam C1, C2, C3 dan C4

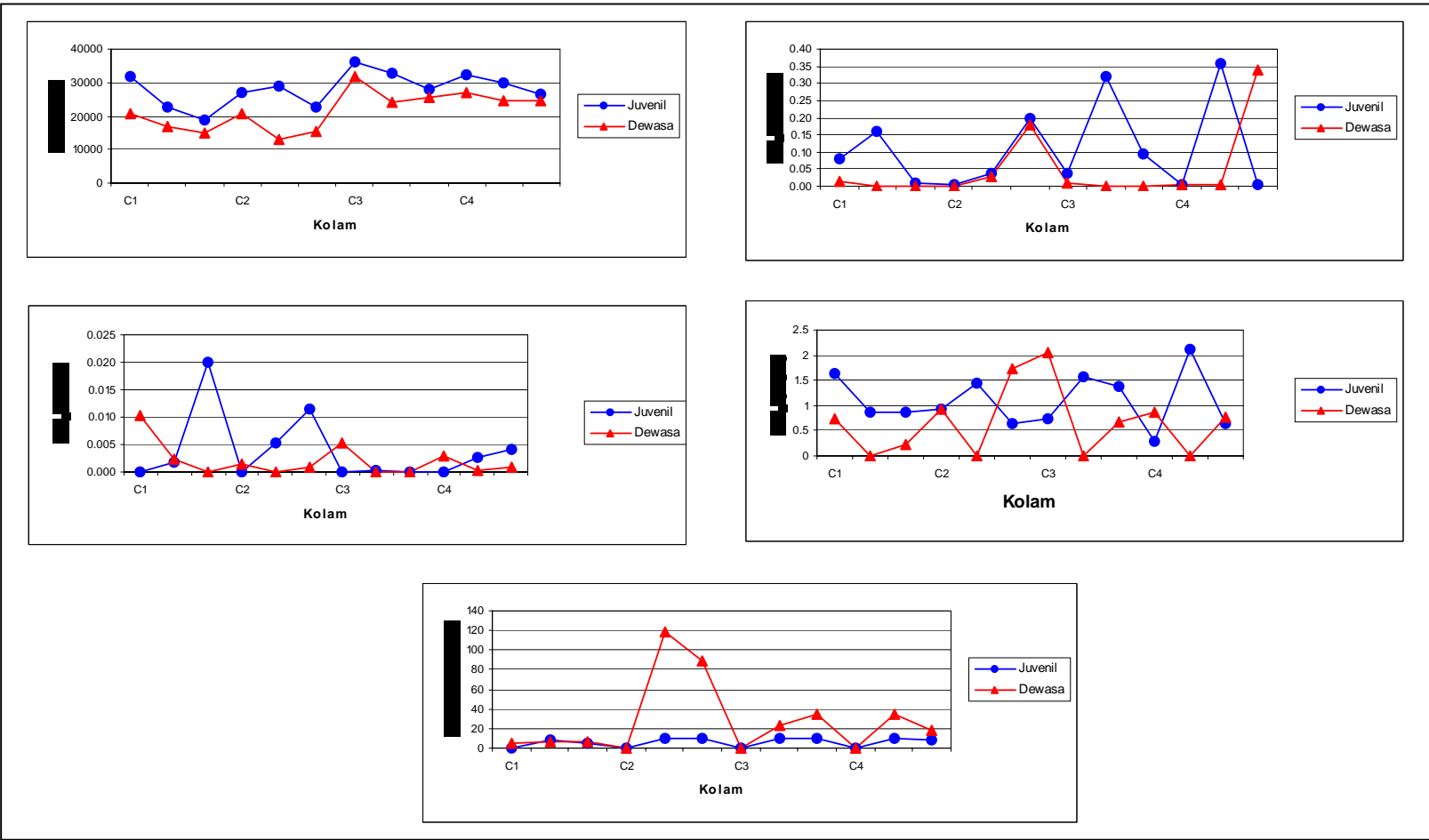
Perbandingan telah dilakukan antara kolam kumpulan C iaitu C1, C2, C3 dan C4 dan hasil perbandingan tersebut seperti dalam Rajah 6.4 (Lampiran F). Nilai purata parameter kualiti air yang telah diukur di 5 buah stesen di semua kolam (stesen 1, stesen 2, stesen 3, stesen 4 dan stesen 5) telah dibandingkan dalam Rajah 6.4. Suhu telah direkodkan antara 27.7 °C-29.9 °C dan perbezaan antara kolam a kecil antara setiap kali persampelan mahupun antara peringkat dewasa dan juvenil. Nilai pH pula berada dalam julat 7.5-8.7 unit dengan variasi yang kecil antara kolam dan peringkat juvenil dan dewasa. Nilai pH yang paling rendah dicatatkan di kolam C2. Kadar saliniti berada dalam julat 12.1 ppt hingga 31.4 ppt. Pada umumnya kadar saliniti yang rendah direkodkan di kolam C1 dan diikuti oleh C2. Situasi ini berlaku kerana kedudukan kolam C1 dan C2 yang terletak berhampiran dengan titik pengambilan air tawar.

Bacaan DO air kolam pula berada dalam julat 1.62- 6.86 mg/L pada persampelan dewasa 3 di kolam C3 dan pada persampelan juvenil 3 di kolam C1 masing-masing. Walau bagaimanapun nilai DO berada dalam julat 2-4 mg/L dan hanya sekali nilai DO mencecah 7 mg/L pada kolam C3 dan C4. Tiada pola jelas dan tiada perbezaan signifikan DO air antara peringkat juvenil dan dewasa. Nilai BOD berada dalam julat 2.44 mg/L hingga 21.52 mg/L. Pada umumnya paras BOD yang rendah (2.41-11.8 mg/L) telah direkodkan di kolam C2 dan diikuti oleh kolam C1 (3.76-18.12 mg/L), kolam C3 (9.48-19.82 mg/L) (Rajah 6.4). Perbezaan nilai BOD antara peringkat juvenil dan dewasa tidak signifikan dan tidak menampilkan sebarang pola.

Kandungan SS pada umumnya dicatatkan tinggi dan meningkat lebih daripada 100 mg/L di semua kolam. Didapati kolam C3 dan C4 merekodkan paras SS lebih tinggi daripada kolam C1 dan C2. Namun begitu, tidak wujud perbezaan signifikan antara peringkat dewasa dan juvenil. Kandungan DS adalah tinggi di semua kolam. Walau bagaimanapun kolam C1 dan C2 menunjukkan paras DS yang sedikit rendah berbanding C3 dan C4. Ini menunjukkan kadar saliniti yang rendah kerana ia sumber DS yang utama.



RAJAH 6.4 Perbezaan kualiti air di antara kolam-kolam kumpulan C



RAJAH 6.4 Perbezaan kualiti air di antara kolam-kolam kumpulan C

Nilai NH_3N berada di bawah 0.35 mg/L yang menunjukkan kurang input organik dalam kolam atau tiada pencemaran kumbahan di kawasan kolam. Pada umumnya nilai NH_3N direkodkan kurang 0.1 mg/L di semua persampelan kecuali di peringkat juvenil 2. Nitrit pula direkodkan rendah di semua kolam dan kebanyakan nilai berada di paras yang rendah dan tidak dapat dikesan. Namun begitu, nilai nitrat yang tinggi sedikit direkodkan di semua kolam dengan julat 0.6-7.02 mg/L. Paras turbiditi pada keseluruhannya direkodkan rendah iaitu pada julat 0.6 NTU hingga 118 NTU di semua stesen dan di semua persampelan.

Ujian t (Jadual 6.5) yang dilakukan terhadap air kolam kumpulan C mendapati bahawa wujud perbezaan bererti antara peringkat juvenil dan dewasa bagi parameter suhu ($p=.022$), saliniti ($p=.000$), DO ($p=.042$), BOD ($p=.000$), SS ($p=.000$), DS ($p=.000$), NO_3^- ($p=.036$) dan turbiditi ($p=.036$) dan mendapati tidak wujud perbezaan bererti antara peringkat juvenil dan dewasa bagi parameter pH ($p=.096$), NO_2^- ($p=.864$) dan NH_3N ($p=.826$).

JADUAL 6.5 Ujian t air kolam kumpulan C

Parameter	Sisihan piawai	Nilai t	Sig (2 tail)
Suhu	1.3268	2.355	.022
pH	.3689	.176	.096
Saliniti	3.7986	6.491	.000
DO	1.4743	.776	.042
BOD	5.7265	8.295	.000
SS	247.0180	219.443	.000
DS	5125.169	7834.30	.000
NH ₃ N	.3372	.140	.826
NO ₂	.0182	.007	.864
NO ₃	.9053	-223	.001
Turbiditi	48.8898	6.145	.308

6.3.5 Analisis variasi diurnal di kolam C

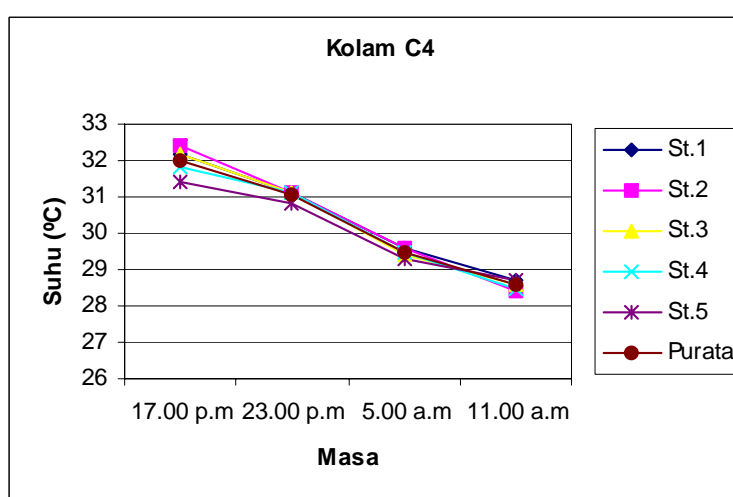
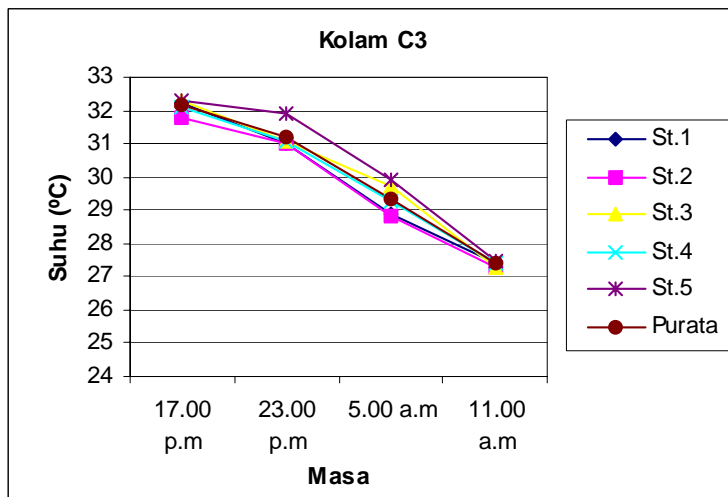
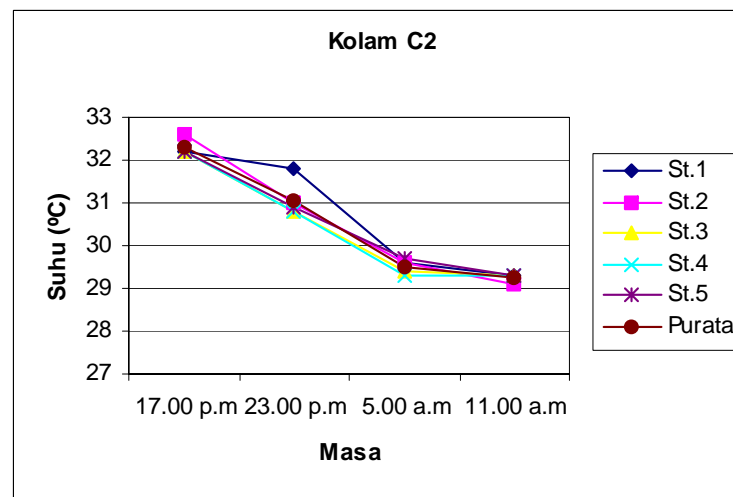
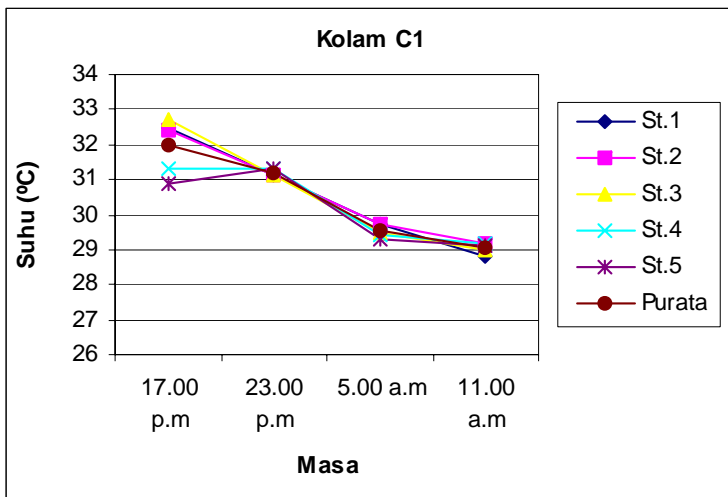
Satu kajian variasi diurnal yang terperinci telah dilaksanakan pada 22 September 2004 di semua 4 kolam kumpulan C iaitu C1, C2, C3 dan C4 dengan 5 stesen di setiap kolam (Stesen 1, Stesen 2, Stesen 3, Stesen 4 dan Stesen 5). Analisis data yang diperolehi dapat dirujuk di Rajah 6.5a-6.5e dan Rajah 6.6 (Lampiran F).

(i) Suhu

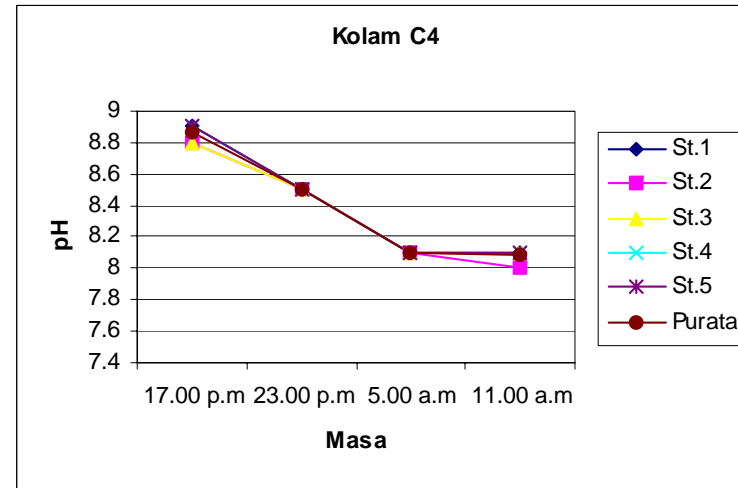
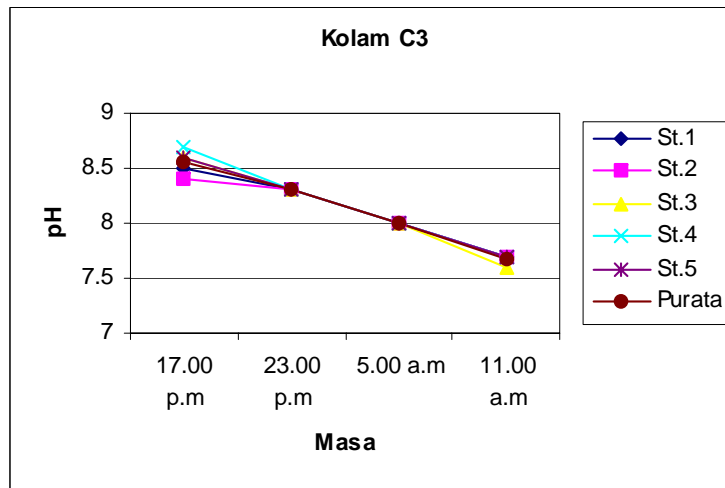
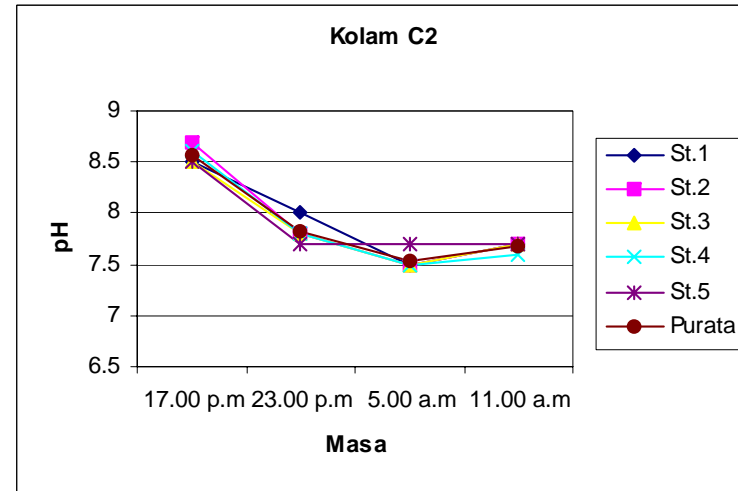
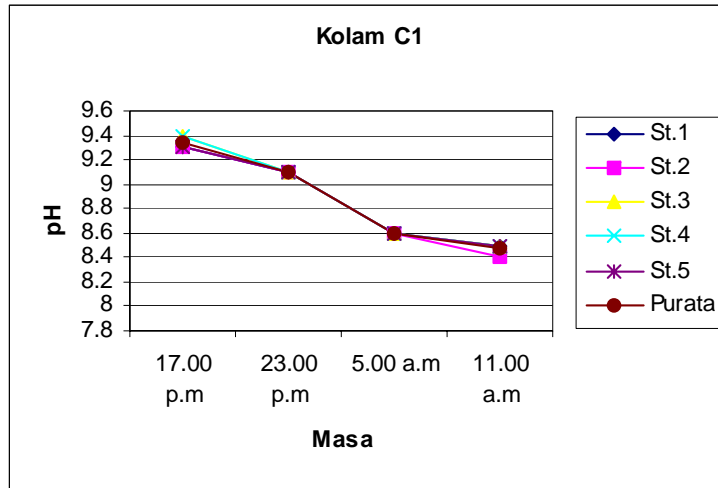
Paras suhu telah dicatatkan tinggi (32°C) pada jam 17.00 petang dan secara perlahan telah menurun (31°C) pada jam 23.00 malam dan terus menurun sehingga 29°C. Pola yang menarik serta tiada variasi signifikan sama ada antara stesen yang dikaji mahupun antara kolam-kolam (Rajah 6.5a-6.5e) (Rajah 6.6). Ini menunjukkan tidak wujud sebarang faktor gangguan manusia atau pencemaran haba berlaku di kawasan kolam. Hasil hanya menunjukkan pola aliran semulajadi suhu air kolam ternakan.

(ii) pH

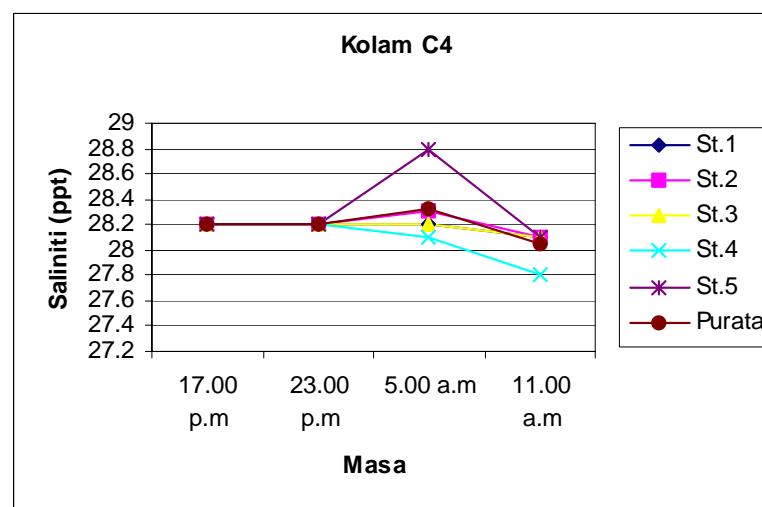
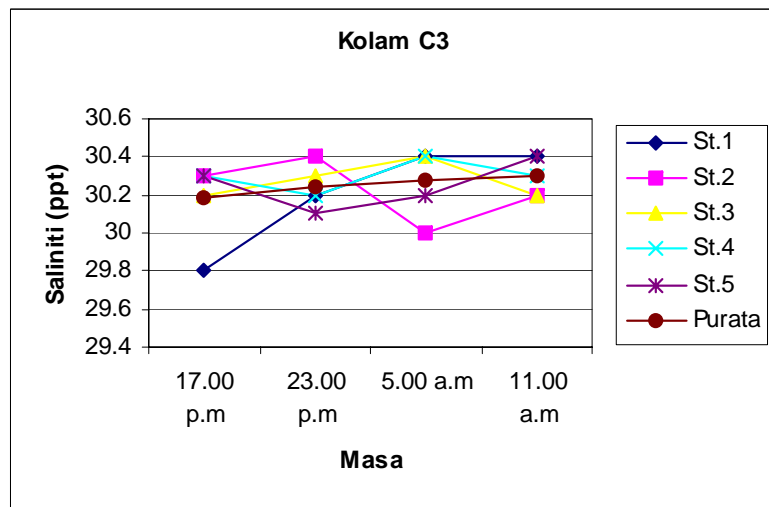
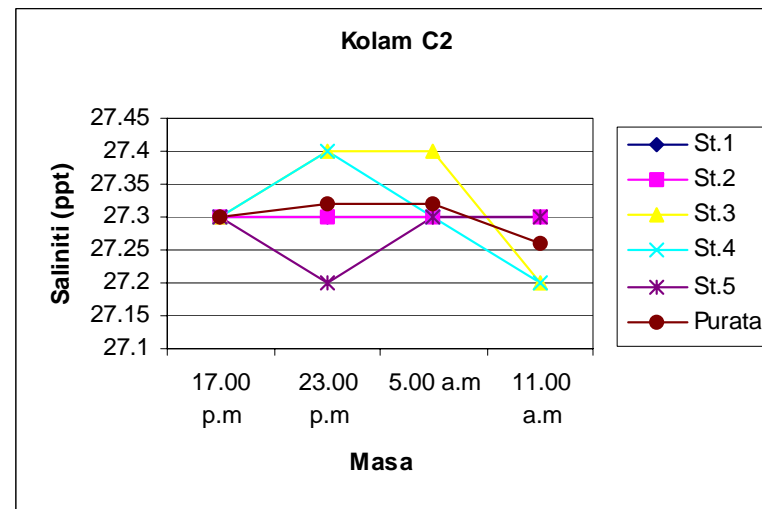
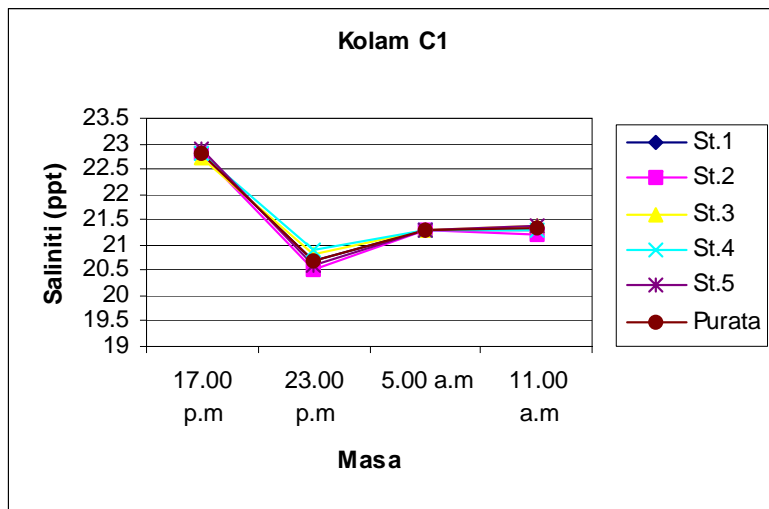
Pola pH tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan antara masa pengukuran. Nilai pH dicatatkan tinggi sedikit sewaktu 17.00 petang dan menurun sedikit ketika 23.00 malam dan awal pagi. Pola perubahan pH jelas kelihatan dan ia sama di semua kolam yang dikaji (Rajah 6.5a-6.5e) (Rajah 6.6). Pada keseluruhannya nilai pH dicatatkan berada dalam julat antara 9.4 hingga 7.5. Namun kolam C1 mencatatkan sedikit tinggi iaitu pH 9.4 berbanding kolam lain pada purata pH 8. Hasil analisis pH menggambarkan tren semulajadi di kolam ternakan udang harimau dan tidak wujud sebarang faktor luaran yang menjejaskan variasi pH.



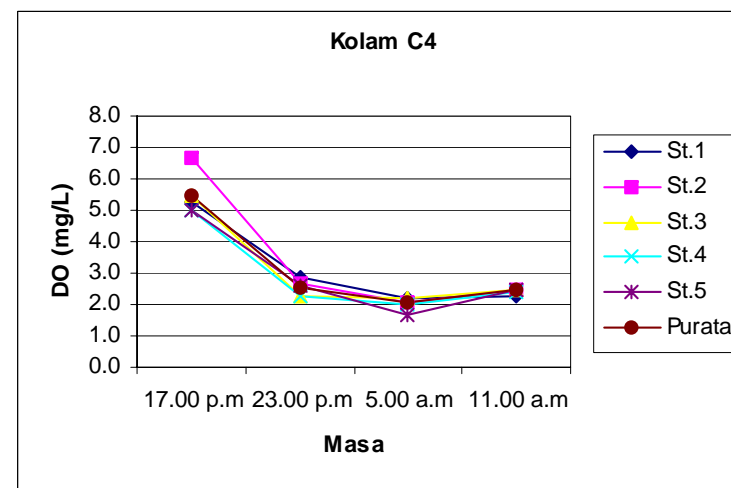
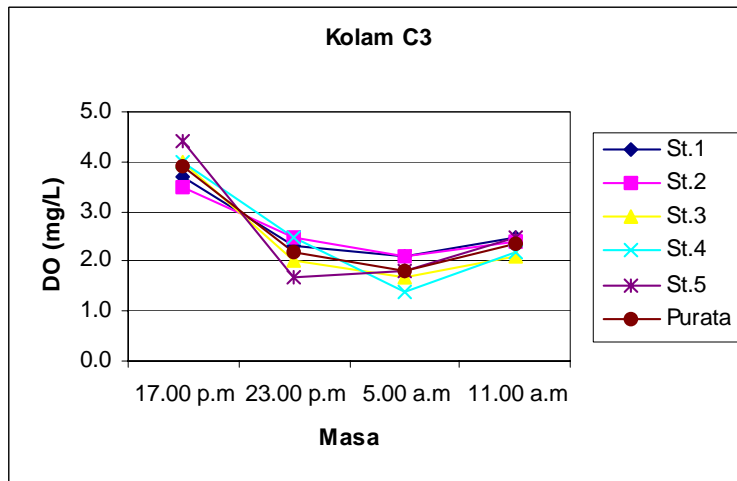
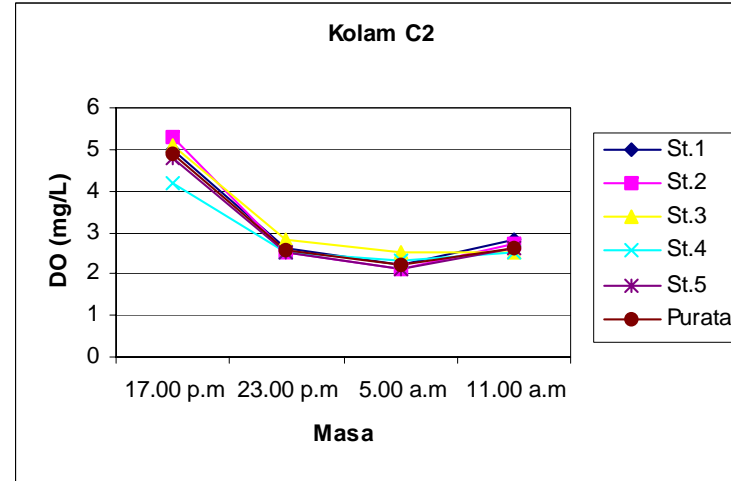
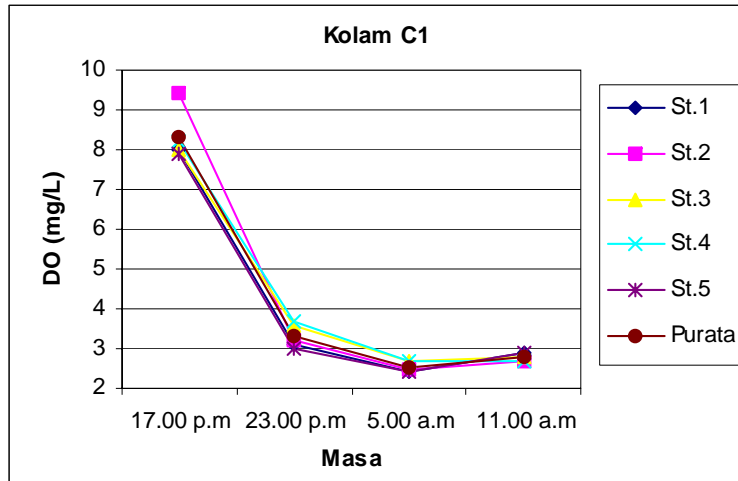
RAJAH 6.5a Bacaan suhu (24 jam) di kolam kumpulan C pada 22 September 2004



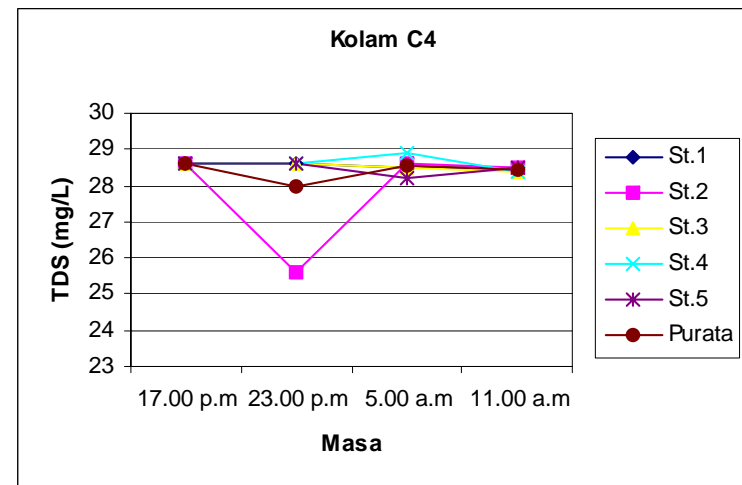
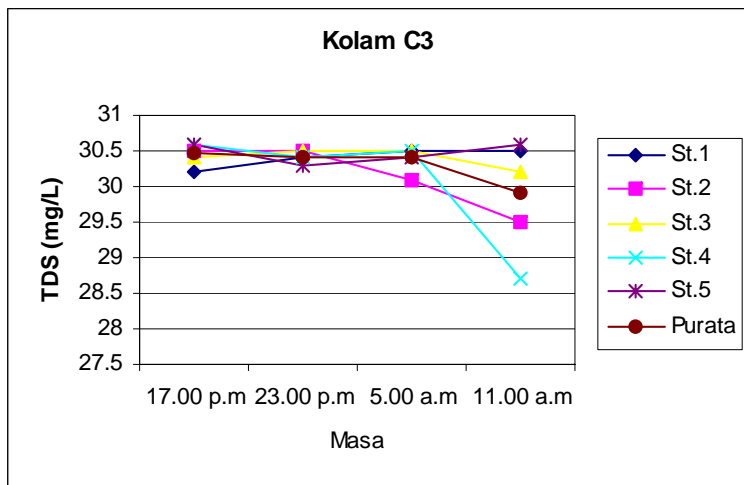
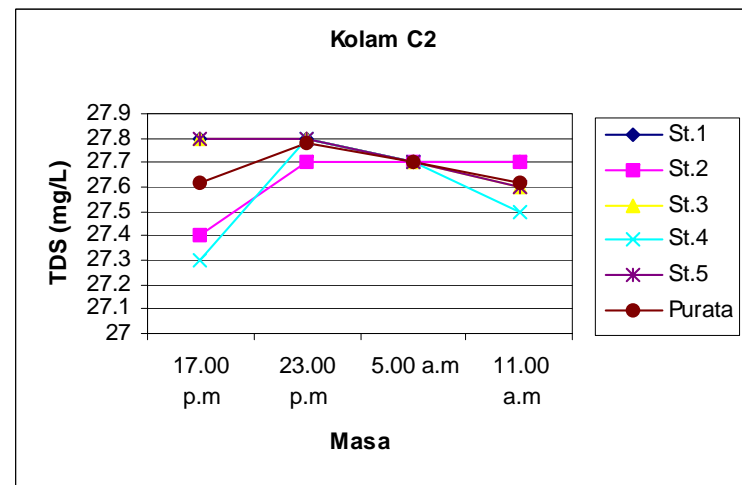
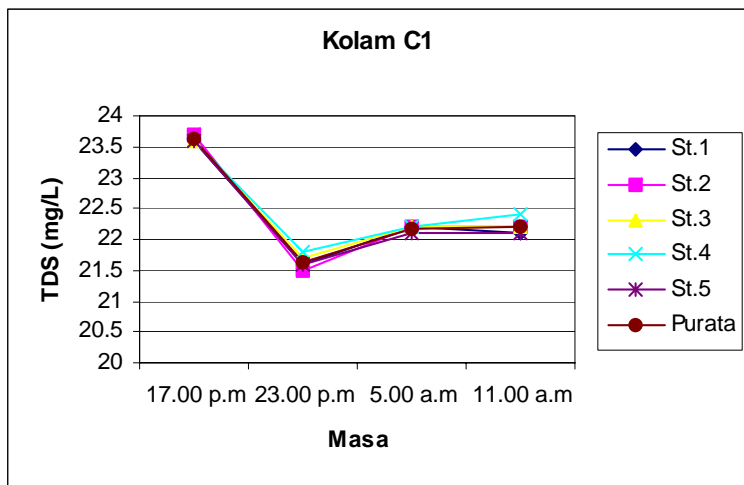
KAJAH 6.5b Nilai pH (24 jam) di kolam kumpulan C pada 22 September 2004



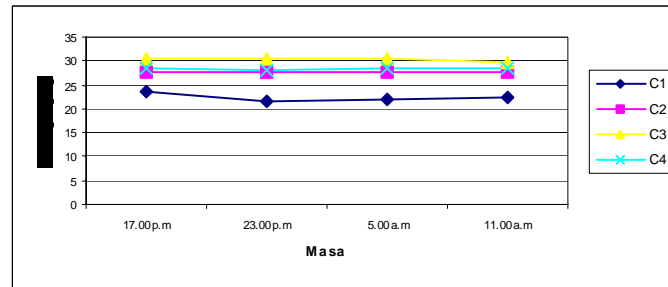
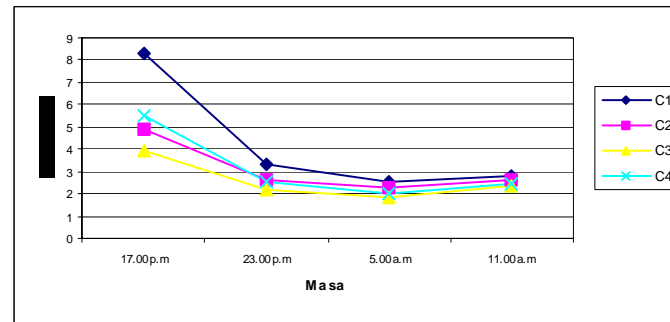
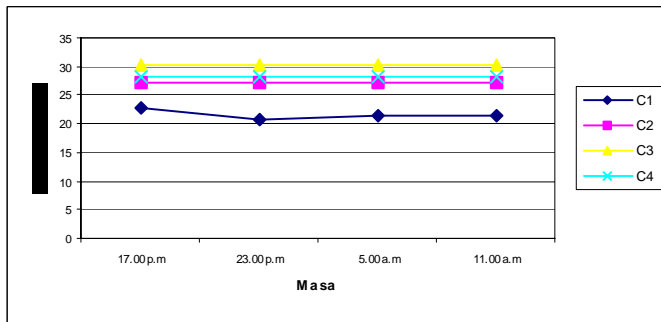
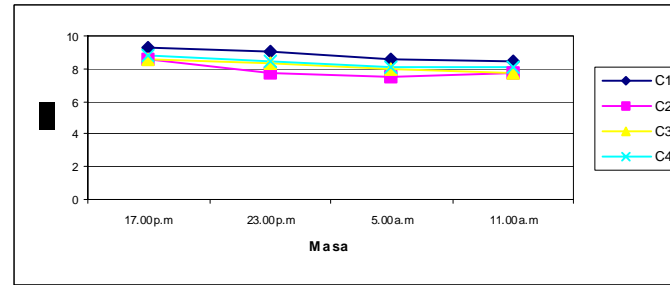
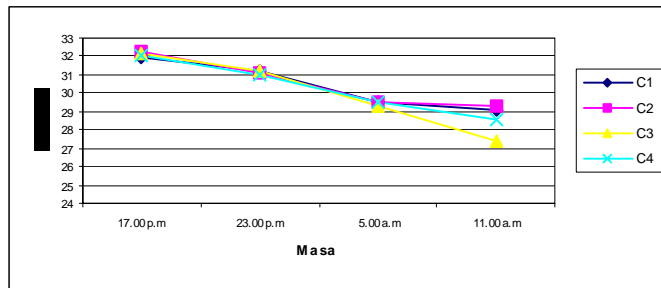
RAJAH 6.5c Bacaan saliniti (24 jam) di kolam kumpulan C pada 22 September 2004



RAJAH 6.5d Bacaan DO (24 jam) di kolam kumpulan C pada 22 September 2004



RAJAH 6.5e Bacaan TDS (24 jam) di kolam kumpulan C pada 22 September 2004



RAJAH 6.6 Bacaan purata bagi variasi diurnal di kolam C1, C2, C3 dan C4

(iii) Saliniti

Kadar saliniti menunjukkan tren yang hampir sama di antara semua kolam dan wujud variasi yang kecil pada kolam C2 dan C4 (Rajah 6.5a-6.5e) (Rajah 6.6). Tidak wujud perbezaan nyata bagi nilai saliniti air kolam udang antara waktu-waktu pengukuran sama ada siang atau malam dan kurang variasi pada semua stesen pengukuran.

(iv) Oksigen terlarut (DO)

Parameter oksigen terlarut walaupun menunjukkan perbezaan bacaan antara kolam namun ia tetap menunjukkan tren sama seperti parameter suhu dan pH (Rajah 6.5a-6.5e) (Rajah 6.6). Nilai DO mencatatkan bacaan tinggi pada waktu 17.00 petang dan secara perlahan menurun pada waktu malam dan awal pagi. Bacaan DO jatuh sehingga 2.0 mg/L di semua stesen pada semua kolam pada jam 5.00 pagi. Walau bagaimanapun berbanding antara kolam bacaan DO dicatatkan tinggi di kolam C1 diikuti oleh C4, C2 dan C3.

(v) Jumlah pepejal terlarut (TDS)

Pada umumnya paras TDS tinggi bagi air kolam atau air payau, ia secara langsung menggambarkan kadar saliniti dan konduktiviti. Parameter TDS turut memberi pola yang sama antara semua kolam dan hampir semua stesen kecuali kolam C1 menunjukkan sedikit perbezaan di mana TDS dicatat tinggi sedikit di waktu 17.00 petang dan menurun secara perlahan di awal malam dan pagi (Rajah 6.5a-6.5e) (Rajah 6.6). Pada keseluruhan nilai TDS yang direkodkan menunjukkan pola yang lazim dan ia berkaitan dengan paras saliniti dalam kolam udang.

6.3.6 Hasil analisis kualiti air stesen perbandingan Pulau Klang

Pengukuran kualiti air di Pulau Klang telah dilakukan di tiga stesen iaitu TL1, TL2 dan TL3 pada 24 Sept 2001. Maklumat yang diambil dari Pulau Klang digunakan sebagai data perbandingan kualiti air di kawasan marin bebas akuakultur. Jadual 6.6 menunjukkan rekod kualiti air di Pulau Klang.

JADUAL 6.6 Kualiti air di stesen perbandingan di Pulau Klang pada 24 Sept 2001

Parameter	Unit	Stesen TL 1	Stesen TL 2	Stesen TL 3
Suhu	°C	30	30	29
pH	unit	7.9	6.9	7.1
Saliniti	ppt	34.5	34.5	35.5
DO	mg/L	6.0	5.6	5.7
BOD	mg/L	2.5	2.5	2.1
SS	mg/L	28	29	28
DS	mg/L	17760	19640	19640
NH ₃ N	mg/L	0.2	0.2	0.2
NO ²⁻	mg/L	0.024	0.017	0.018
NO ₃ ⁻	mg/L	1.45	1.45	1.45
Turbiditi	NTU	9.5	15	11

Bacaan suhu di stesen TL1, TL2 dan TL3 di Pulau Klang mencatatkan bacaan antara 29-30 °C. Bacaan pH dicatatkan antara 6.9-7.6 selaras dengan sifat air laut serta menunjukkan tiada kegiatan pencemaran akut dan gangguan akibat aktiviti manusia. Saliniti berada dalam julat antara 34.5-35.5 ppt. Manakala DO pula 5.6-6 mg/L menunjukkan penyerapan oksigen yang baik bagi air laut. Kandungan SS dicatatkan rendah di semua stesen bersesuaian dengan itu, paras turbiditi juga dicatatkan rendah. Manakala nilai DS yang direkodkan tinggi adalah normal bagi air laut kerana kandungan garam yang tinggi. Parameter NO₃⁻ mencatatkan bacaan tinggi (1.45 mg/L) di semua stesen manakala NH₃N dan NO²⁻ pula mencatatkan bacaan rendah di semua stesen.

Kualiti air marin yang dikaji di kawasan Pulau Klang menunjukkan kualiti air laut semulajadi. Parameter yang dikaji tidak menunjukkan perbezaan besar antara stesen serta

menepati piawaian kualiti air marin yang telah dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) (Jadual 6.7).

JADUAL 6.7 Piawaian kualiti air marin kebangsaan oleh JAS

Parameter	Piawaian	Nota
pH	7.3 – 8.8	
Oksigen terlarut (mg/L)	40 or >	
Pepejal terampai (mg/L)	50	* Jenis 1
Minyak dan gris (mg/L)	0	**
<i>E.coli</i> (mg/L)	100	*
Kadmium (mg/L)	0.01	* Jenis 2
Kromium (mg/L)	0.5	* Jenis 2
Plumbum (mg/L)	0.1	* Jenis 2
Nikel (mg/L)	0.01	* Jenis 1
Kuprum (mg/L)	0.1	* Jenis 2
Arsenik (mg/L)	0.1	* Jenis 2
Merkuri (mg/L)	0.001	* Jenis 2

Petunjuk

- * Berasaskan piawaian dari Republik China
- ** Berasaskan piawaian Jepun

Jenis kualiti berdasar kepada penggunaan:

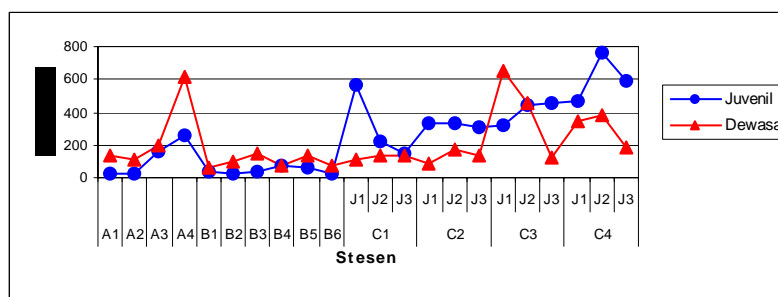
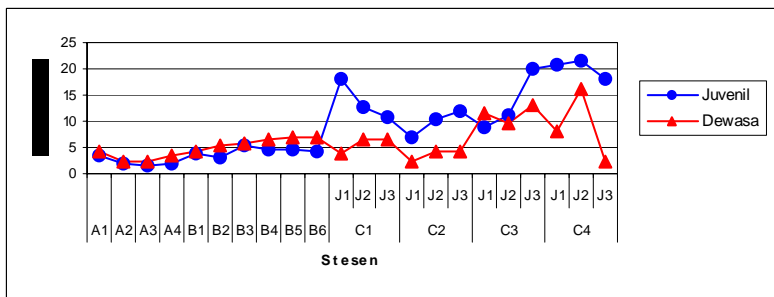
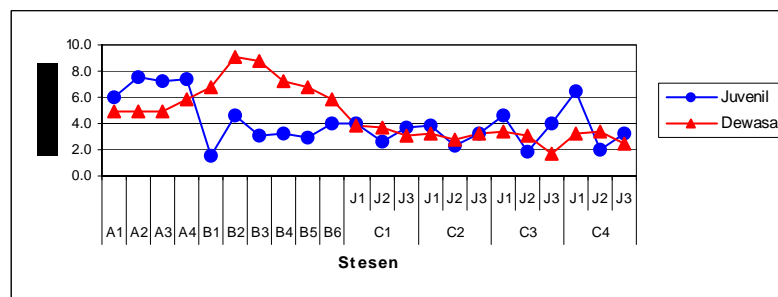
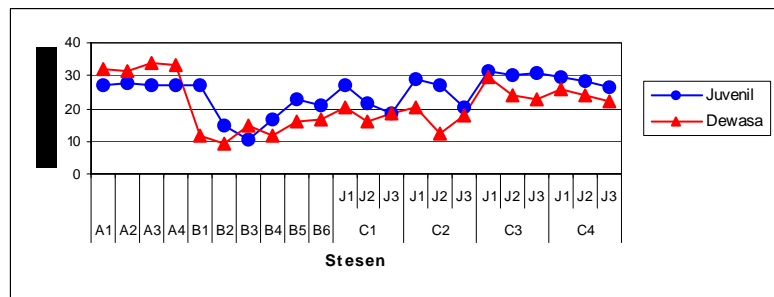
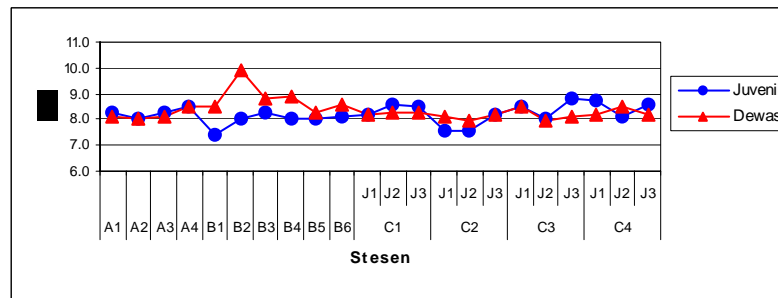
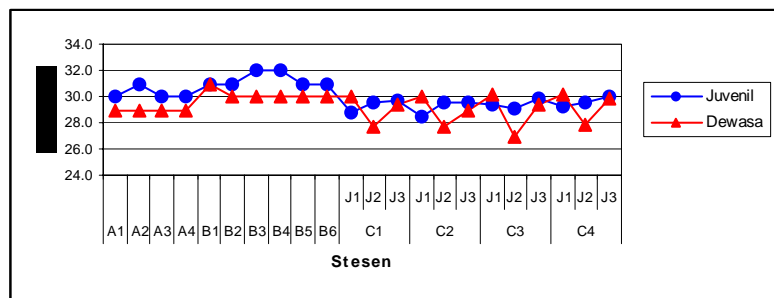
- Jenis 1: Untuk pemuliharaan sumber akuatik marin serta penggunaan selamat oleh manusia (seperti pembuatan garam, pemprosesan makanan, perikanan, akuakultur dan taman marin).
- Jenis 2: Untuk rekreasi
- Jenis 3: Untuk perindustrian, pelabuhan, dermaga dan pembangunan lain.

6.3.7 Perbandingan kualiti air antara kolam kumpulan A, B dan C

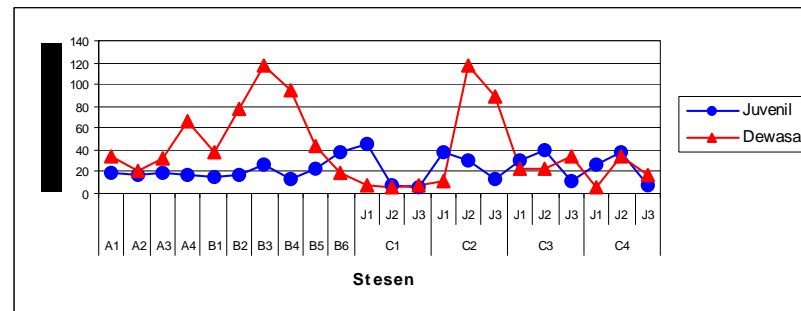
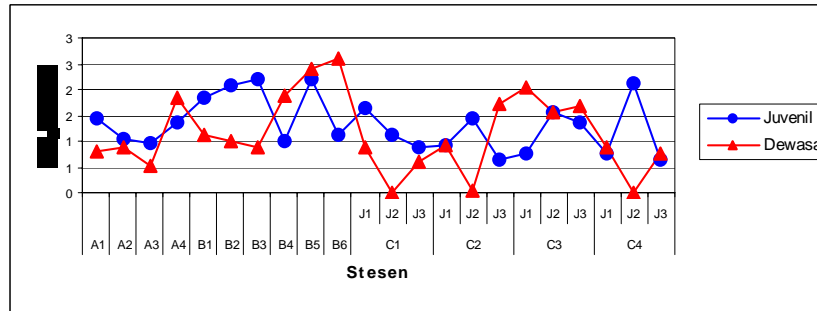
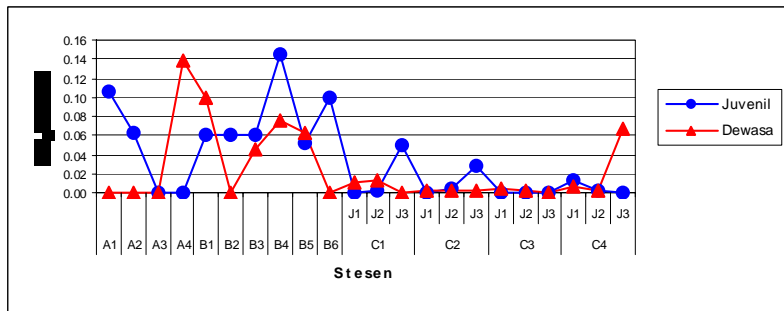
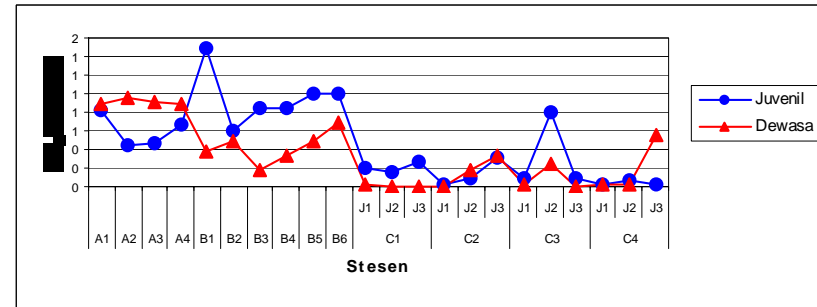
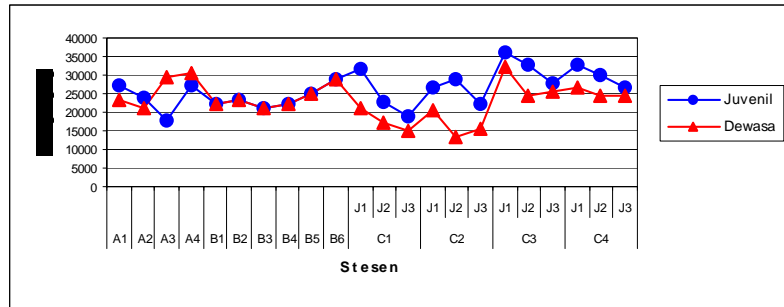
Perbandingan telah dilakukan antara kolam-kolam kumpulan A, B dan C dan hasil perbandingan tersebut adalah seperti dalam Rajah 6.7. Jadual 6.8 menunjukkan ada perbezaan signifikan (ujian ANOVA $p < 0.05$) antara air kolam A, B dan C dalam semua parameter kualiti air iaitu suhu ($P = .000$), pH ($P = .000$), saliniti ($P = .000$), DO ($P = .000$), BOD ($P = .000$), SS ($P = .000$), NH_3N ($P = .000$), NO_2^- ($P = .000$) dan NO_3^- ($P = .000$). Namun begitu tidak wujud perbezaan signifikan bagi dua parameter iaitu DS ($P = .258$) dan turbiditi ($P = .440$).

Suhu yang direkodkan di semua kolam menunjukkan julat variasi bacaan antara $29.1\text{--}32.3^\circ\text{C}$ bagi peringkat juvenil dan julat 25.9 hingga 31°C bagi peringkat dewasa, perbezaan adalah signifikan antara kolam A, B dan C ($P = .000$) (Jadual 6.8) (Rajah 6.7). Nilai suhu air kolam kumpulan A dan B adalah tinggi kerana bacaan diambil pada waktu tengahari manakala kolam kumpulan C mencatatkan bacaan suhu yang lebih rendah kerana sampel air kolam kumpulan C telah diambil awal pagi. Namun, julat suhu ini merupakan julat variasi yang normal dan dijangka tidak memberi kesan atau mempengaruhi hidupan akuatik kolam. Perbezaan bacaan suhu antara kolam atau antara peringkat umur udang adalah sangat kecil. Walau bagaimanapun kadar suhu lebih rendah telah direkodkan ketika udang dewasa berbanding peringkat juvenil pada semua kolam.

Nilai pH antara kolam-kolam kajian menunjukkan perbezaan signifikan ($P < 0.05$) (Jadual 6.8). Di samping itu, tiada perbezaan yang ketara antara peringkat umur juvenil dan dewasa (Rajah 6.7). Bacaan pH yang tinggi pH 9.9 bagi air kolam adalah disebabkan input kapur (kalsium karbonat) yang digunakan oleh penternak untuk merawat dasar kolam yang bersifat asid.



RAJAH 6.7 Bacaan suhu, saliniti, DO, BOD dan SS di stesen kolam A, B dan C pada peringkat juvenil dan dewasa



RAJAH 6.7 Bacaan suhu, salinitas, DO, BOD dan SS di stesen kolom A, B dan C pada peringkat juvenil dan dewasa

JADUAL 6.8 Ujian ANOVA perbandingan kualiti air antara kolam A, B dan C

Parameter	Kolam	Purata	Kolam (nilai P = α 0.05)			Nilai P keseluruhan
			A	B	C	
Suhu	Kolam A	29.4		.042	.934	.000
	Kolam B	30.6	.042		.000	
	Kolam C	29.2	.934	.000		
pH	Kolam A	8.2		.750	1.000	.000
	Kolam B	8.4	.750		.485	
	Kolam C	8.2	1.000	.485		
Saliniti	Kolam A	29.9		.000	.015	.000
	Kolam B	16.1	.000		.000	
	Kolam C	23.8	.015	.000		
DO	Kolam A	6.1		.556	.000	.000
	Kolam B	5.3	.556		.000	
	Kolam C	3.2	.000	.000		
BOD	Kolam A	2.6		.813	.002	.000
	Kolam B	5.1	.813		.014	
	Kolam C	10.7	.002	.014		
SS	Kolam A	191.1		.596	.248	.000
	Kolam B	70.5	.596		.000	
	Kolam C	334.4	.248	.000		
DS	Kolam A	25101		.970	.999	.528
	Kolam B	23766	.970		.846	
	Kolam C	25378	.999	.846		
NH ₃ N	Kolam A	.76		.823	.000	.000
	Kolam B	.65	.823		.000	
	Kolam C	.13	.000	.000		
NO ₂ ⁻	Kolam A	.29		.750	.000	.000
	Kolam B	.36	.750		.000	
	Kolam C	.00	.000	.000		
NO ₃ ⁻	Kolam A	1.10		.174	1.000	.010
	Kolam B	1.86	.174		.013	
	Kolam C	1.10	1.000	.013		
Turbiditi	Kolam A	28.0		.838	1.000	.440
	Kolam B	42.4	.838		.584	
	Kolam C	27.9	1.000	.584		

* signifikan pada P=0.05 (n=140)

Parameter saliniti pula menunjukkan hubungan antara kolam A dan C ($P=0.015$). Manakala kolam B menunjukkan sedikit perbezaan dimana kadar saliniti dicatat signifikan rendah berbanding A dan C. Secara keseluruhan, wujud perbezaan signifikan antara kolam A, B dan C ($P=0.000$) (Jadual 6.8). Kadar saliniti air di kolam kitar hayat B lebih rendah mungkin kerana jumlah penambahan air tawar lebih banyak disamping kedudukan kolam B yang terletak lebih ke darat berbanding kolam kumpulan A dan C yang mana ia terletak berhampiran pesisir pantai. Walau bagaimanapun pola variasi nilai saliniti antara peringkat umur juvenil dan dewasa signifikan. Nilai saliniti didapati rendah ketika udang dewasa berbanding ketika peringkat juvenil mungkin kerana penambahan air tawar yang banyak dari sungai yang berhampiran.

DO memainkan peranan penting dalam kehidupan organisma akuatik untuk proses metabolisme seperti pernafasan, pergerakan, perkumuhan dan pembiakan. Oksigen terlarut merujuk kepada kandungan oksigen dalam air dan ia dipengaruhi oleh suhu, kemasinan dan tekanan air. Kandungan oksigen terlarut dalam air akan berkurangan apabila kandungan bahan organik tinggi, suhu meningkat atau penggunaan oksigen terlarut yang banyak oleh mikroorganisma dalam aktiviti penguraian bahan organik. Hidupan akuatik akan terganggu jika paras DO kurang daripada 5 mg/L. Parameter DO mencatatkan bacaan yang tinggi pada peringkat usia udang dewasa berbanding peringkat juvenil di semua kolam yang dikaji. Bekalan oksigen yang banyak dijana oleh kincir-kincir air yang dipasang mengikut jadual peraturan penternakan. Berbanding kolam A dan B, kumpulan kolam C merekodkan nilai DO yang rendah iaitu antara 1.82-3.72 mg/L. Paras DO yang rendah di kolam C mungkin disebabkan oleh beberapa faktor seperti bilangan pam atau kincir air yang sedikit di kolam ini dan kandungan bahan organik yang tinggi dalam kolam. Manakala bacaan DO tinggi di kolam A ketika udang masih kecil iaitu apabila kincir air berfungsi sepenuhnya manakala DO dicatat lebih rendah jika kincir air tidak dipasang.

Pada umumnya nilai BOD yang dicatatkan adalah rendah di kolam A dan B dan tinggi di kolam C. Kadar BOD dalam air kolam udang adalah rendah ketika udang kecil dan meningkat ketika udang mencapai dewasa di kolam kumpulan A dan B dan sebaliknya di kolam kumpulan C. Keadaan ini menggambarkan berlaku pencemaran sisa organik yang tinggi ketika udang dewasa berbanding udang kecil di kolam A dan B tetapi pencemaran

tersebut berlaku di kedua-dua peringkat umur di kolam C. Kolam C menunjukkan kadar pencemaran sisa organik yang lebih tertinggi diikuti oleh B dan A. Situasi ini mungkin kerana BOD amat dipengaruhi oleh pertukaran airdan peningkatan faktor sisa makanan udang dikolam tersebut. Secara keseluruhan, wujud perbezaan signifikan BOD antara kolam A, B dan C ($P=0.000$) (Jadual 6.8).

Kandungan SS air kolam adalah signifikan tinggi pada peringkat udang dewasa dibandingkan dengan peringkat juvenil (Rajah 6.7). Nilai SS bagi kolam A dan B adalah dibawah 200 mg/L kecuali pada kolam C dan perbezaan ini adalah bererti ($P<0.05$). Faktor kadar pertukaran air yang kurang kerap dan pencemaran oleh sisa makanan udang menyumbang kepada situasi ini. Hasil analisis kesemua stesen yang dikaji mendapati bahawa kadar kandungan pepejal terampai dalam air lebih tinggi ketika udang dewasa berbanding ketika udang kecil. Ini mungkin kerana udang dewasa menghasilkan lebih banyak sisa buangan berbanding anak udang. SS terdiri daripada tanah liat, fitoplankton, zooplankton, sisa buangan domestik, bahan buangan atau bahan pepejal organik halus yang tidak terlarut. Kehadiran pepejal terampai akan menyebabkan air keruh, mengurangkan penembusan cahaya matahari ke dalam air dan mengurangkan aerasi oksigen terlarut dalam air. Kehadiran pepejal terampai juga akan mengubah warna air dari jernih kepada kuning keruh.

Kandungan pepejal terlarut (DS) se di kolam A dan C lebih tinggi berbanding kolam B tetapi perbezaan tidak bererti antara peringkat usia juvenil dan dewasa ($P=0.528$) (Jadual 6.8). Kandungan NH_3N dicatatkan rendah di bawah 1.0 mg/L di semua kolam dan bagi semua peringkat umur udang (Rajah 6.7). Parameter nitrat direkodkan tinggi di kolam A dan B berbanding dengan C. Ini menunjukkan bahawa wujud pencemaran akibat penggunaan bahan kimia seperti baja dan pelet makanan. Pengurusan makanan merupakan aspek utama dalam menentukan kualiti air kolam. Walau bagaimanapun tiada perbezaan bererti antara peringkat juvenil dan dewasa.

NH_3N berperanan sebagai penunjuk pencemaran yang berpunca daripada kumbahan domestik, baja pertanian, kumbahan manusia dan haiwan dan ia bertambah dalam air hasil proses aerobik atau anaerobik terhadap bahan organik berbentuk protein, asid amino dan

urea. Aras NH_3N dipengaruhi oleh pH, suhu dan jumlah ammonia dalam air tersebut dan peningkatannya dalam air boleh menjejaskan hidupan akuatik. Air yang mengandungi N organik dan N ammonia dianggap tercemar dan boleh membawa kepada masalah eutrofikasi (Ahmad Badri 1987)

Turbiditi di semua kumpulan kolam tidak menunjukkan pola jelas. Namun jika dibandingkan antara peringkat umur udang, didapati peringkat juvenil mencatatkan bacaan yang lebih rendah berbanding peringkat dewasa. Kumpulan kolam A didapati merekodkan bacaan yang tinggi dibandingkan dengan kolam kumpulan B dan C tetapi perbezaan tersebut tidak signifikan ($P > 0.05$) (Jadual 6.8). Turbiditi berpunca daripada partikel kecil yang terampai dalam air manakala partikel yang lebih besar membentuk pepejal terampai. Penembusan cahaya ke dalam air terbatas akibat kekeruhan. Permukaan tanah sekitar dan tumbuhan tutup bumi memainkan peranan penting dalam menentukan kadar kekeruhan yang berlaku (Strangeways 2000).

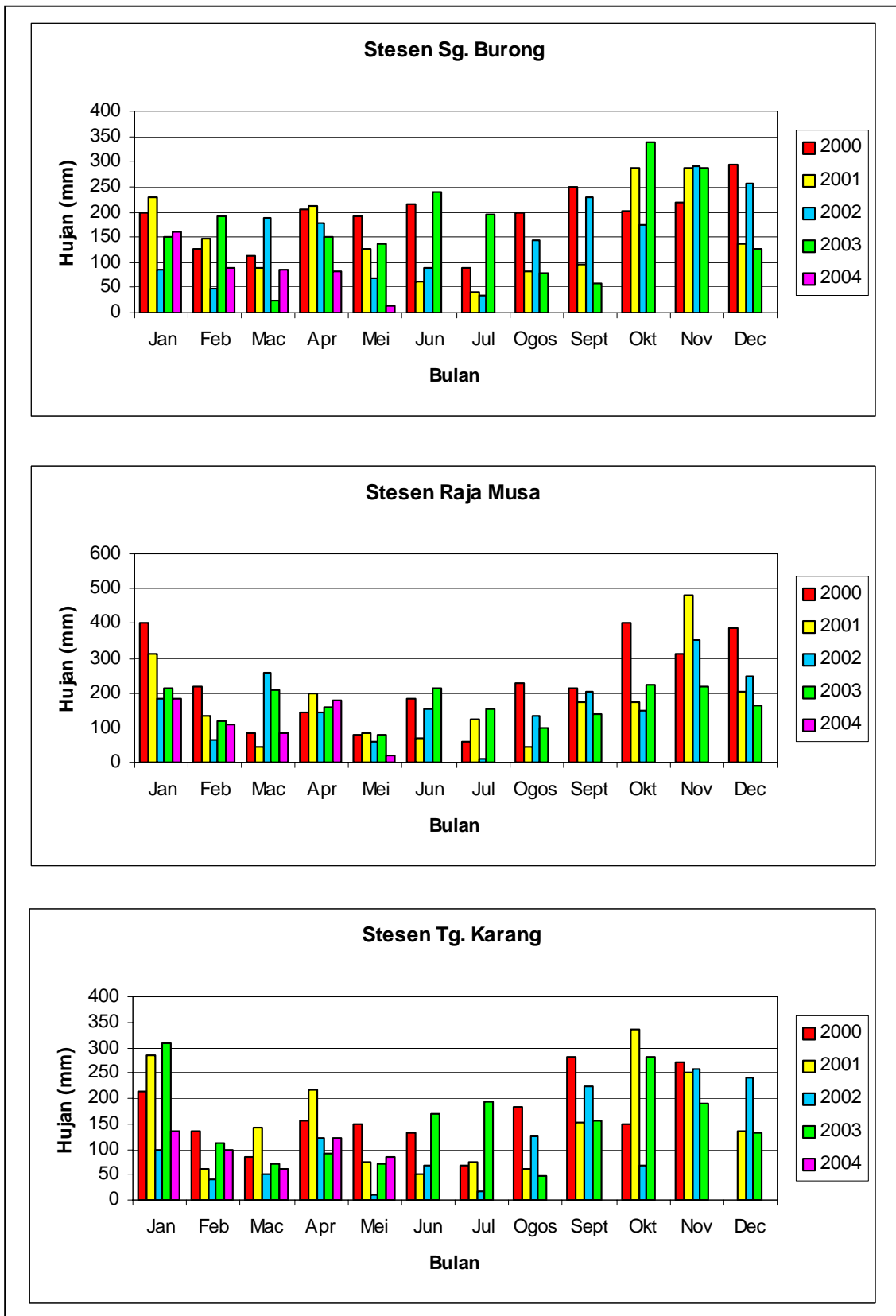
Beberapa jenis bahan kimia digunakan di kolam akuakultur sebagai input tambahan untuk memperbaiki kualiti air dan tanah serta mengawal masalah biologi seperti ledakan populasi alga, pertumbuhan pesat atau infestasi tumbuhan akuatik, vektor penyakit, perosak dan pemangsa udang. Pencemaran logam berat dalam air kolam ternakan udang pula berpunca daripada sisa pelet makanan serta ubat dan bahan kimia yang digunakan dalam kolam sebagai antibiotik, vaksin, pelali (anaestetik) dan racun ektoparasit (Read & Fernandes 2003). Sisa pestised dan logam berat boleh memasuki kolam akuakultur melalui sumber makanan dan pertukaran air. Pemaju kolam akuakultur sedar tentang bahaya dan risiko bahan kimia kepada manusia, tetapi kurang memberi perhatian kepada kesan bahan kimia tersebut kepada persekitaran dan pada kualiti produk makanan laut yang dikeluarkan. Baja digunakan dalam kolam penternakan udang untuk meningkatkan kepekatan nutrien, menggalakan pertumbuhan fitoplankton dan tumbesaran udang ternakan (Boyd & Massaut 1999).

Hasil analisis kandungan logam berat dalam air telah dilakukan bagi kolam kumpulan A dan B. Hasil kajian mendapati nilai lebih rendah daripada paras yang dapat dikesan. Ini menunjukkan tidak wujud pencemaran logam berat dalam air kolam ternakan

udang. Hasil analisis air kolam kumpulan A dan B mendapati bahawa Ca dan Mg dalam air kolam ternakan udang di Bagan Tengkorak mencatatkan bacaan purata yang tinggi iaitu $150 \pm \text{mg/L}$. Situasi ini lazim kerana ciri dan pengaruh air laut. Hasil analisis menunjukkan kolam kumpulan A mencatatkan nilai kalsium lebih tinggi daripada kolam kumpulan B dan kandungan Ca dalam air kolam juga lebih tinggi ketika udang kecil berbanding udang dewasa. Kandungan Ca tinggi pada peringkat juvenil kerana pengusaha kolam menambah kapur yang diperlukan oleh anak udang untuk pembentukan kulit serta kapur diperlukan untuk mengawal nilai pH air kolam.

6.3.8 Perbincangan hubungan kualiti air dengan hujan serta pasang surut

Jadual pasang surut air laut di Pelabuhan Klang (Lat 03 02 U, Long 101 21 T) telah direkodkan (Lampiran G). Taburan hujan di stesen yang berhampiran iaitu stesen Sg Burung, stesen Tg. Karang dan stesen Raja Musa telah direkodkan (Rajah 6.8) (Lampiran E). Berdasarkan data dan maklumat yang diperolehi di lapangan air pasang surut tidak mempengaruhi secara langsung perubahan kualiti air dalam kolam ternakan. Kolam-kolam ternakan di kawasan Bagan Tengkorak terpisah antara kolam dengan kawasan pesisir pantai oleh jaluran hutan bakau serta parit. Tambahan pula, air laut dipam masuk ke kolam takungan secara berkala (4-6 minggu) serta dibiarkan mendap. Bila kolam ternakan memerlukan penukaran air, maka air laut yang telah dimendapkan di kolam takungan akan dipam masuk ke kolam dan air hujan dari anak sungai yang berhampiran akan dipam masuk ke dalam kolam untuk mengimbangi saliniti air laut. Oleh itu, pasang surut air laut di pesisir pantai Bagan Tengkorak tidak mempengaruhi kualiti air kolam ternakan. Namun begitu, jumlah hujan yang turun di kawasan persekitaran memberi sedikit kesan kepada jumlah pengambilan air tawar ini kerana anak sungai yang berhampiran adalah bersifat monsun (iaitu mempunyai air ketika hujan). Persampelan kolam kumpulan A dilakukan di musim kering (Jun-Ogos) manakala persampelan kolam kumpulan B dan C telah dilakukan di musim monson (Sept-Dis). Didapati kadar saliniti di peringkat dewasa kolam kumpulan A mencatatkan bacaan yang tinggi berbanding kolam kumpulan B dan C (Rajah 6.7).



RAJAH 6.8 Purata hujan bulanan di stesen Sg. Burong, stesen Raja Musa dan stesen Tg. Karang tahun 2000-2004

6.3.9 Perbincangan kualiti air kolam ternakan udang harimau dan piawaian serta garis panduan

Hasil pengukuran air di kolam penternakan udang harimau di Bagan Tengkorak, Tg. Karang mendapati bahawa air kolam akuakultur tersebut menunjukkan beberapa ciri dan pola khusus antara peringkat juvenil dan dewasa serta antara kumpulan kolam-kolam tersebut.

Di Malaysia tidak ada satu kriteria, garis panduan, polisi atau dasar secara terperinci mengenai persekitaran kualiti air dari Jabatan Alam Sekitar. Namun, pada tahun 1984, Jabatan Perikanan Kementerian Pertanian Malaysia telah menerbitkan sebuah risalah piawaian kualiti air untuk akuakultur di Malaysia (Jabatan Perikanan 1984). Cadangan piawaian yang dikemukakan dalam risalah tersebut sangat umum tidak mempunyai spesifikasi khusus sama ada untuk ternakan air payau, air masin atau air tawar atau untuk penternakan udang harimau di kawasan pesisir pantai. Piawaian yang cadangkan oleh Jabatan Perikanan adalah seperti dalam Jadual 6.9 Ia merupakan garis panduan umum dengan memberi pengelasan sangat bersih, bersih, sedikit tercemar, sangat tercemar berdasarkan indikator kualiti air lazim. Ia tidak mengaitkan kesesuaian jenis air dengan produktiviti serta tidak memberi spesifikasi khusus kualiti air untuk penternakan udang harimau.

JADUAL 6.9 Cadangan piawaian kualiti air kolam udang

Tahap Pencemaran	DO	BOD mg/L	NH ₃ N mg/L	SS mg/L	pH
Sangat bersih	90-120	0-1	0.2	0-25	6.5-8.5
Bersih	75-90	1-3	0.2-0.5	25-80	6.0-9.0
Sedikit tercemar	50-75	3-5	0.5-1.0	80-200	5.5-9.5
Sederhana tercemar	25-50	5-10	1.0-2.5	200-400	5.5-10
Sangat tercemar	0-25	>10	>25	>400	<4.5

Sumber: Jabatan Perikanan Malaysia 1984

Selain itu, Kerajaan Negeri Selangor, Asian Wetland Bereau dan World Wildlife Fund telah menerbitkan satu kajian pelan tindakan untuk aktiviti akuakultur di Negeri Selangor yang sesuai dirujuk sebagai perbandingan khususnya dalam aspek kualiti air.

Cadangan kualiti air untuk beberapa kawasan di Kuala Selangor yang sesuai sebagai zon akuakultur dikemukakan seperti dalam Jadual 6.10.

JADUAL 6.10 Ciri-ciri kualiti air di kawasan cadangan akuakultur daerah Kuala Selangor

Parameter	Unit	Stesen			
		Jeram	K. Selangor	Tg. Karang	Sg. Burong
Suhu	°C	31	33	32	32
PH	unit	7	6.5	6.7	8.2
Saliniti	ppt	27	28	24	30
DO	mg/L	7.6	8.0	8.0	11
TSS	mg/L	40	10	500	170
BOD	mg/L	3	1	4	4

Sumber: World Wildlife Fund & IPT Asian Wetland Bureau 1989

Data kualiti air kolam A, B dan C telah dirumuskan dalam Rajah 6.7 dan telah dibandingkan melihat perbezaan kualiti air kolam ternakan dengan piawaian dan garis panduan Jabatan Perikanan dan piawaian lain. Hasil perbandingan data mendapati bahawa pada umumnya parameter seperti suhu, pH dan saliniti berada dalam kelas bersih. Manakala DO air kolam ternakan di Bagan Tengkorak sangat rendah dan sering mencatatkan bacaan sekitar 2 mg/L. Sementara itu, nilai BOD direkodkan tinggi di kebanyakan kolam. Situasi ini menunjukkan air kolam telah diperkaya dengan bahan organik. Air kolam ternakan juga didapati mengandungi SS yang tinggi berbanding dengan piawaian oleh Jabatan Perikanan.